BEITRÄGE

ZUR

KENNTNIS DES STIELES DER BRACHIOPODEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

MIT GENEHMIGUNG

DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN SEKTION
DER WEITBERÜHMTEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
ZU UPSALA

ZUR ÖFFENTLICHEN BEURTHEILUNG VORGELEGT

VON

TH. THORSTEN EKMAN
LIC. PHIL. HOLM.

DIE VERTHEIDIGUNG WIRD AM 17 FEBRUAR 1897

UM 10 UHR VORMITTAGS

IM ZOOLOGISCHEN HÖRSAALE STATTFINDEN.

UPSALA 1897
TITEL BEI ALMQVIST & WIKSELLS BUCHDR.-AKTIENGSCH. GEDRUCKT.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

(Separat-Abdruck aus: »Zeitschrift für wissensch. Zoologie«. LXII. Bd. 2. Heft.)

Einleitung.

Aufgefordert von meinem Lehrer, Herrn Professor Dr. Tycho Tullberg, sammelte ich im Sommer 1892 während eines Aufenthaltes auf der schwedischen zoologischen Meeresstation Kristineberg in Bohuslän Material von *Terebratulina caput serpentis* (L.) ein, um die Bildung der Cuticula am Stiele dieses Brachiopoden zu untersuchen. Wegen anderer Arbeiten, die im Winter 1892—1893 dazwischen kamen, wurde das Material damals nur wenig bearbeitet, allein die ausgeführten Untersuchungen zeigten doch, dass sie fortgesetzt und auch auf andere Formen ausgedehnt werden sollten. Die Histologie der Brachiopoden ist nämlich bis auf die letzte Zeit sehr wenig bekannt gewesen. Erst in den achtziger Jahren wurde sie Gegenstand eingehenderer Untersuchungen, diese haben sich aber selten oder doch nur nebenbei auf den Bau des Stieles selbst erstreckt. Hierzu kam noch, dass ein keineswegs unbeträchtlicher Theil dessen, was über den Stiel geschrieben war, theilweise wegen der Schwierigkeit gut behandeltes Material zu bekommen, mehr oder weniger fehlerhaft ist, und also eine genauere Beschreibung dieses Organs am Platze sein musste.

Im Frühjahr 1893 wurde mir von der Naturwissenschaftlichen Studentengesellschaft zu Upsala das Linné'sche Stipendium für inländische Reisen zugetheilt, wodurch ich die Gelegenheit bekam, während des Monats Juni desselben Jahres in Bohuslän — theils bei Kristineberg, theils bei den Kosterinseln — noch mehr Material einzusammeln und dasselbe in frischem Zustande zu untersuchen

An der letztgenannten Stelle erhielt ich auch *Waldheimia cranium* (Müller).

Der übrige Theil der Arbeit wurde hauptsächlich in den Wintern 1893—94 und 1894—95 im Zoologischen Institute zu Upsala ausgeführt, wo mir dessen Präfekt, Professor Tullberg, gütigst einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte, wofür ich ihm hier öffentlich meinen besten Dank abstatte. Ebenfalls bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Tullberg, zu großer Dankbarkeit verpflichtet für das Interesse, welches er für meine Arbeit stets gezeigt hat, sowie für die vielen guten Rathschläge und Anregungen, welche er mir sowohl hierin als in anderen Beziehungen zu Theil werden ließ. Auch danke ich hier meinem ehemaligen Lehrer, dem Intendanten des Königl. Schwedischen Reichsmuseums zu Stockholm, Herrn Professor Dr. Hjalmar Théel für die Zeit, während welcher ich auf der zoologischen Station Kristineberg arbeiten durfte, und für die Hilfe, die er mir bei der Ausrüstung für meinen Aufenthalt bei den Kosterinseln leistete.

Anfänglich war es, wie schon gesagt, meine Absicht, den Brachiopodenstiel nur in Bezug auf die Cuticularbildung zu untersuchen, allein sowohl der enge Zusammenhang, der zwischen den verschiedenen Geweben dieses Organs besteht, wie auch die sehr spärlichen Angaben, die darüber in der Litteratur zu finden sind, haben mich dazu veranlasst, die Untersuchungen noch weiter zu führen und dieselben den Bau des ganzen Stieles sowie auch andere mit ihm in nahem Zusammenhang stehende Verhältnisse umfassen zu lassen.

Diejenigen Formen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, sind folgende: *Terebratulina caput serpentis* (L.), *Waldheimia cranium* (Müller), *Rhynchonella psittacea* (Chemnitz) und *Cistella cistellula* (S. Wood). Von *Terebratulina* hatte ich ein reichliches und gut konservirtes Material verschiedener Größe, ganze Thiere von 0,5—23 mm Länge. Diese Art ist der in den Schären von Bohuslän am häufigsten vorkommende Brachiopode, und man findet ihn leicht fast überall, z. B. in der Nähe von Kristineberg, bei Skårbergen und Flatholmen, bei den Kosterinseln etc. Auch von *Waldheimia* stand mir ein reichliches Material zur Verfügung — 0,5 bis 30 mm lange Thiere — die Konservirung war aber aus Gründen, die im Folgenden erwähnt werden sollen, zum Theil nicht so vollständig gelungen. Sie ist in Bohuslän nur an wenigen Stellen zu finden, und zwar in großen Tiefen, wie z. B. in der tiefen Meeres-

rinne nahe an den Kosterinseln. Dort fand ich sie in großer Menge bei Sneholmen an einer steilen Felsenwand, die ungefähr 65 m unter der Meeresfläche anfängt und hinunter bis zu etwa 150 m Tiefe sich erstreckt. Die meisten Exemplare waren am Felsen befestigt und zerrissen beim Lostrennen mittels der Dredge, so dass ganze Stiele oder Theile von solchen festsitzen blieben. Unbeschädigt bekommt man sie doch nicht selten, weil sie oft an einander oder an sonstigen ablösbaren Gegenständen, z. B. an Serpulidenröhren, Ascidien etc. befestigt sind. Auf *Terebratulina* kommt sie selten vor, was offenbar darauf beruht, dass diese so häufig von einer Spongie, *Suberites sulphureus* (Gray), bekleidet ist, auf welcher, wie es scheint, keine anderen sedentären Thiere leben können. Zwei oder drei Exemplare nur fand ich auf Schalen von *Terebratulina*, die von der betreffenden Spongie frei waren. Auf Ascidien, besonders *Polycarpa pomaria* Savigny und auch *Ascidia mentula* O. F. Müller, werden häufig junge Individuen von *Waldheimia* angetroffen, dagegen konnte ich auf ihnen niemals erwachsene Exemplare entdecken; es ist daher wahrscheinlich, dass die Lebensdauer einer Ascidie zu kurz ist, um dieselben zur vollen Größe gelangen zu lassen. Als Beitrag zu den Angaben über die Größe von *Waldheimia* mögen die untenstehenden Ziffern dienen: drei der größten Exemplare von den Kosterinseln hatten folgende Dimensionen:

das erste: Länge 30 mm, Breite 25 mm und Höhe 16 mm
- zweite: - 30 - - 26,5 - - - 15,5 -
- dritte: - 28 - - 22,5 - - - 18 -

und bei einem von Dr. Carl Aurivillius im Gullmarsfjord eingesammelten Exemplare waren die entsprechenden Maße 31 × 26 × 17,5 mm; es ist dies das größte Individuum von *Waldheimia cranium*, das sich im zoologischen Museum der Universität Upsala findet. *Cistella* dürfte in Bohuslän nicht selten sein, z. B. bei Skårbergen im Gullmarsfjord, wenn sie auch wegen ihrer Winzigkeit und geschützten Lebensweise selten wahrgenommen worden ist. Sie lebt in größeren Tiefen und wenigstens oft mit Serpuliden zusammen, an deren Kalkröhren sie dann mittelbar oder unmittelbar befestigt ist. Da mir keine Angabe über folgendes Verhältnis bekannt ist, will ich hier erwähnen, dass die Larve von *Cistella* ihre Entwicklung sehr weit gebracht hat, bevor sie ihre Mutter verlässt. Ich habe nämlich auf Schnittserien von erwachsenen Thieren dreisegmentirte Larven — eine in jedem der zwei Oviducte — mit zurückgeschlagenen Mantellappen gefunden. Die Anzahl der Eier eines jeden Thieres

ist auch nicht besonders groß. Von *Cistella* wie auch von *Rhynchonella* standen mir nur einige wenige Exemplare zur Verfügung; die der letzteren Form stammten aus Norwegen; in Bohuslän ist dieselbe bis jetzt nicht gefunden. Beide Formen waren nur in Alkohol konservirt und also nicht für feinere histologische Untersuchungen geeignet; dagegen waren sie in anatomischer Hinsicht völlig verwendbar und sehr interessant.

Während meines Aufenthaltes in Bohuslän im Monat Juni 1893 versuchte ich, noch schwimmende Brachiopodenlarven zu bekommen, um die erste Anlage und Entwicklung des Stieles zu untersuchen; sei es, dass es nicht die rechte Jahreszeit war oder dass es mir nicht gelang, einen geeigneten Platz oder die richtige Tiefe zu finden, ich konnte keine einzige Larve antreffen.

Von all den verschiedenen von mir benutzten Fixirungsflüssigkeiten lieferte die FLEMMING'sche Lösung die besten Resultate. Auch Osmiumsäure, 0,5—2%, erwies sich als sehr vortheilhaft, sowie mitunter für verschiedene Zwecke absoluter Alkohol, Pikrinsalpetersäure, PERÉNYI'sche Lösung, Chromsäure und allmählich verstärkter Alkohol (15—25—50—70—94%). Fixirungsflüssigkeiten, welche einen plötzlichen Übergang von Wasser oder stark wasserhaltigen Lösungen zu stärkerem Alkohol erfordern, bewirken häufig eine Schrumpfung, die, wenn auch einige Elemente sich gut erhalten können, sehr leicht verhängnisvoll werden kann, indem die inneren Gewebe sich zusammenziehen, wobei die Chitinhülle unter Faltenbildung der Länge nach mitfolgt und das Innere noch mehr zusammengepresst wird, so dass beide Gewebe beschädigt werden. Es ist dies besonders bei dem Stiele von *Waldheimia* und jüngeren Haftfädchen von *Terebratulina* der Fall; der Stiel letzterer ist weit widerstandsfähiger.

Alle für die histologischen Untersuchungen zur Verwendung gelangten Schnitte wurden mit freier Hand hergestellt. Als Einklemmungsmittel diente in Alkohol erhärtete Schweineleber, wobei es sich als vortheilhaft herausstellte, wenn diese nicht allzu stark erhärtet war. Selbst von so kleinen Gegenständen wie Fädchenspitzen von *Terebratulina* konnte ich auf diese Weise nach einiger Übung gute Längsschnitte anfertigen. Nur wenn Schnittserien nöthig waren oder es sich darum handelte, die Gewebekomplexe in ihrer natürlichen Lage zu erhalten, bediente ich mich der Paraffineinbettung — wobei Chloroform als Lösungsmittel sich als für die Gewebe am meisten schonend zeigte — und des Mikrotomes; Paraffineinbettung,

auch die peinlichst vorsichtige und sorgfältige, beschädigt nämlich oft das Bindegewebe in hohem Grade. Auch Celloidin verwendete ich zum Einbettungsmittel; es schadet freilich den Geweben nicht, aber einerseits hält es schwer, eine gute Nachfärbung der in Celloidin eingebetteten Gegenstände ohne ein vollständiges Entfernen desselben zu erhalten, und andererseits ist es auch nicht leicht, die Schnitte dünn genug zu bekommen. Um über die Anatomie klar zu werden, empfiehlt es sich indessen, eine vorhergehende Färbung mit z. B. Boraxkarmin zu unternehmen, in Celloidin einzubetten und dann eine Serie ziemlich dicker Schnitte zu schneiden. Die Entkalkung in Celloidin eingebetteter und von diesem auf der einen Seite gereinigter Thiere, wie es Blochmann (5, p. 21) empfiehlt, um die Schale und den Mantel möglichst unversehrt und zusammenhängend zu bekommen und sämmtliche Schichten beizubehalten, erwies sich als ein sehr gutes Verfahren.

Von den Farbstoffen habe ich außer der soeben erwähnten Boraxkarminmethode fast ausschließlich und zwar mit gutem Erfolge Hämatoxylin (meist nach Böhmer) und Eosin benutzt. Von letzterem benutzte ich eine starke Lösung in Wasser, die nicht allzu kurze Zeit wirken darf, wonach die Präparate mit 50 %igem Alkohol entfärbt werden, was wohl zu beachten ist, da das Eosin, in dieser Weise angewendet, für gewisse Gewebe eine sehr starke Reaktion giebt. Auch ist zu bemerken, dass die sonst so ausgezeichnete Osmium- oder Chromosmiumessigsäure-Fixirung häufig die Färbungsreaktionen verschlechtert, wie es auch Paraffineinbettung thut.

So oft es sich um die feineren Strukturen der Gewebe handelte, untersuchte ich stets die Schnitte in mit Wasser verdünntem Glycerin, weil Kanadabalsam und andere Harze so stark aufhellen, dass ein großer Theil der Details verschwindet.

Außer der Schnittmethode habe ich in recht großem Umfang das Seciren sowohl an frischem als an fixirtem Material benutzt und die Löslichkeit des Chitins in Säuren und in Alkalien untersucht.

Bevor ich dazu schreite, einen geschichtlichen Rückblick auf den vorliegenden Gegenstand zu liefern, werde ich hier eine orientirende Übersicht der betreffenden Organe (Taf. VI, Fig. 1) geben.

Von einem sehr frühen Stadium ihres Lebens an sind die allermeisten recenten Brachiopoden an einem und demselben Platze befestigt und bei der großen Mehrzahl derselben befestigen sich die Thiere mittels des sogenannten Stieles (= »pedicle«, »pédoncule«,

»pedunculus«, »Fuß« etc. der resp. Verfasser). Genetisch ist dieser ein eigens zu diesem Zwecke differenzirter Theil der Körperwand, deren drei Gewebsschichten: ein Epithel, das nach außen eine schützende Hülle erzeugt, eine Bindegewebsschicht und ein Endothel, er auch wiederholt. Morphologisch ist er bei den Testicardiniern ein kurzer, massiver Cylinder, der nach hinten durch ein Loch oder einen Einschnitt der ventralen Schale hervorragt. Das basale (= proximale) Ende des Stieles geht unmittelbar in die übrige Körperwand über und ist zugleich an derselben mittels Muskeln befestigt, durch welche die Bewegungen des Thieres gegen den Stiel als Unterlage vermittelt werden. Im Allgemeinen ist der Stiel tief eingesetzt innerhalb des Niveaus der Körperwand, so dass er wie von einem Sack, der »Kapsel«, umgeben wird. Bei mehreren Brachiopoden ist er an seiner Spitze (= dem distalen Ende) mit längeren oder kürzeren Fortsätzen versehen, die in letzter Hand das Thier an der Unterlage befestigen (Taf. VI, Fig. 1—11 *fd*). Wahrscheinlich finden sich solche bei der großen Mehrzahl, da aber Angaben darüber in der Litteratur fast immer fehlen, so kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob dies stets der Fall ist. Nach der Angabe Oehlert's (**22**, p. 1213) herrscht dieses Verhältnis durchgängig. Jedenfalls sind solche mehr oder weniger gut entwickelte Fortsätze oder Papillen bei all denjenigen Testicardiniern, die ich selbst habe untersuchen können, vorhanden. Die zu äußerst am Stiele befindliche Schütz- oder Stützschicht, die im Gegensatze zur Schale nicht kalkhaltig ist, ist eine wahre Cuticula. Das Endothel bekleidet nur die Basis des bei den Testicardiniern massiven Stieles.

Geschichtlicher Rückblick[1].

1858. Abgesehen von einigen wenigen Arbeiten älterer Verfasser, wie Owen (**24**)[2], Gratiolet (**12**) u. A. ist **Hancock** (**13**) der Erste, der eine einigermaßen ausführliche Beschreibung des Stieles eines testicardinen Brachiopoden liefert. Als Untersuchungsobjekte dienten ihm: *Waldheimia australis*, *W. cranium*, *Terebratulina caput serpentis* und *Rhynchonella psittacea*. Seine Angaben über die Struktur des Stieles sind jedoch nur wenige und überdies zum Theil unrichtig, was sich durch die unvollkommenen Hilfsmittel jener Zeit leicht er-

[1] Hier wird nur solches aufgenommen, was für das Lesen dieser Arbeit wichtig zu kennen ist, während das der Abhandlung angehängte Litteraturverzeichnis vollständige Namen etc. sowohl zu den im geschichtlichen Theil erwähnten Arbeiten, wie auch — zu Diensten derer, die diesen Gegenstand oder einen nahestehenden etwa behandeln werden — zu einer etwas weiteren Sphäre.

[2] In dieser Weise bezeichnete Ziffern beziehen sich auf dieselben Nummern des Litteraturverzeichnisses.

klärt. Den Stiel — dies gilt speciell von *W. australis* — beschreibt er als »a dense muscular or semi-cartilaginous mass«; der hervorragende Theil ist »protected by a thick, hornlike covering of a brownish colour«; das Basalende ist angeschwollen und das freie äußere Ende mit Haftpapillen besetzt. Ferner ist der Stiel mit seiner Basis im Grunde einer durch Invagination entstandenen Kapsel befestigt, die von sämmtlichen Stielmuskeln durchbohrt wird. Die nunmehr gebräuchliche Nomenklatur für die Muskeln der Brachiopoden ist von HANCOCK eingeführt und die unmittelbar zum Stiel gehörenden Muskeln sind nach ihm:

Musculi adjuvatores ventrales,
Musculi adjuvatores dorsales
und Musculus peduncularis[1].

Dazu kommen noch

Musculi divaricatores und
Musculi divaricatores accessorii, die zwar hauptsächlich Schalenmuskeln sind, die aber, weil theilweise an der Kapsel befestigt, auf den Stiel mittelbar einwirken, sowie schließlich der Schalenschließmuskel, Musculus occlusor. Über die Funktionen aller dieser Muskeln liefert er einen eingehenden Bericht.

1871 publicirte **Morse** (18) einige Beobachtungen über frühere Stadien von *Terebratulina septentrionalis* Couthouy. Er fand die Jungen an Steinen oder an der Schale — gewöhnlich nahe dem Stiel — älterer Individuen befestigt, jedoch nicht so sicher befestigt wie ältere, deren Stiel häufig dem Thiere bei dessen Lostrennen von der Unterlage ausgerissen wird. Ferner beschreibt er ein »*Lingula*-ähnliches« Stadium, in welchem der Stiel länger ist als die auffallend abgeplattete Schale. Das ganze Thier scheint dann nach seiner Zeichnung (Pl. II, Fig. 56) ungefähr 0,5—0,6 mm lang zu sein. In diesem Stadium soll der Stiel deutliche Wände »apparently enclosing a clear interspace« haben und dessen Ende zu einer birnförmigen Anheftungsfläche angeschwollen sein.

1873 beschrieben **Morse** (19) und **Kowalevsky** (16) die Entwicklung einiger Brachiopodenlarven. Nach Beiden theilt sich die Larve in drei Segmente, von denen das hinterste eine Substanz ausscheidet, welche die Larve an dem Substrat befestigt. Nachher wird dieses Segment zum Stiele des Thieres umgebildet.

1882 veröffentlichte **Tullberg** (28) eine Arbeit, in der er nachweist, dass der Panzer des Hummers derart entsteht, »dass die äußeren Theile der Zellen allmählich in Schalensubstanz verwandelt werden«. Auch an den Muskelnarben bei einigen Lamellibranchiern und bei *Buccinum* bildet sich eine Substanz, deren Entstehungsweise der des Hummerpanzers vergleichbar ist, d. h. sie kommt dadurch zu Stande, dass die äußeren Theile der Matrixzellen »allmählich in Schalensubstanz umgewandelt werden«. Schließlich wirft TULLBERG die Vermuthung auf, alles Chitin werde in der Hauptsache auf dieselbe Weise wie der Hummerpanzer gebildet und, wie wir weiter unten sehen werden, ist dies denn auch in der That mit den ursprünglicheren Chitinbildungen am Brachiopodenstiel der Fall.

1883. Der Erste, der den Brachiopodenstiel in histologischer Beziehung untersucht hat, ist **van Bemmelen** (1). Indessen hat er, wie BLOCHMANN, der

[1] Wie im Folgenden nachgewiesen werden soll, ist das Gebilde, welches diesen Namen erhalten hat, kein Muskel.

seine Präparate gesehen hat, bemerkt (5, p. 4), kein genügendes Material gehabt, wesshalb er auch in einigen Fällen zu unrichtigen Resultaten gelangt ist. Seine Untersuchungsobjekte waren: *Waldheimia cranium*, *Terebratulina caput serpentis*, *Terebratula vitrea* und *Rhynchonella psittacea*. Die Cuticula ist dick, homogen, koncentrisch geschichtet und entbehrt der Querkanälchen. Ihre äußere Schicht zeichnet er ab, erwähnt ihrer aber nicht. Das Epithel besteht aus langgestreckten Zellen mit schwer nachweisbaren Kernen. Die Hauptmasse des Stieles besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, die in den Maschen zwischen den Bindegewebszellen liegt. Diese Zellen beschreibt und bildet er als sternförmig ab. Ihre Ausläufer berühren sich gegenseitig, ohne zu verschmelzen. In der Mitte des Stieles enthält das Bindegewebe parallele Längsfasern. VAN BEMMELEN wirft die Vermuthung auf, dass das Dickenwachsthum der Stützsubstanz (d. h. die Zwischensubstanz des Bindegewebes) durch Apposition vom Epithel vor sich gehe, dessen Zellen, wie er gesehen zu haben glaubt, sich nach innen gegen das Bindegewebe abscheiden, und er nimmt an, dass sie in Bindegewebszellen übergehen. Diejenigen Elemente, welche ich als die »Bläschenhäufchen« bezeichnen werde, hat VAN BEMMELEN beobachtet, er wagt aber keine Vermuthung betreffs ihrer Funktion auszusprechen. Bei einer Form (*T. vitrea*) hatten sie das Aussehen großer Blasen, mit einem körnigen Protoplasma erfüllt und häufig ein kernähnliches Gebilde enthaltend, wesshalb er geneigt gewesen wäre, sie für Zellen zu halten, falls sie nicht bei einer anderen Form (*W. cranium*) »mit stark lichtbrechenden, sich intensiv färbenden Körnern« erfüllt gewesen wären. Weiter erwähnt er von den Stielfortsätzen, dass sie Haftorgane sind und aus denselben Schichten bestehen wie der Stiel selbst, von dem sie Ausstülpungen sind. Die Cuticula dieser Papillen ist gelb und glänzend, »was wahrscheinlich auf eine im Leben klebrige Beschaffenheit schließen lässt« (l. c. p. 120).

1883. **Shipley** (27) beschreibt den Stiel von *Argiope neapolitana* und *A. cuneata* als bestehend aus der bei *Argiope* übrigens »gewöhnlichen« homogenen Stützsubstanz, die von der Epidermis und der Cuticula überkleidet ist. Derselbe ist in der Spitze in Haftpapillen ausgezogen. Die Stützsubstanz enthält drei Elemente: eine Anzahl ästiger, körniger, mit Kernen versehener Zellen, deren Äste ein Netzwerk bilden, in dem die Stützsubstanz liegt; 2) zahlreiche, centrale Fasern, deren äußere Enden frei und häufig geschrumpft sind, als wenn sich der Stiel verkürzt hätte, sowie 3) Körperchen[1], die dem Anschein nach mit runden, etwas an Blutkörperchen erinnernden Zellen erfüllt sind und die in der Peripherie des Stieles am zahlreichsten vorkommen. Der Verfasser stellt die Möglichkeit auf, dass sie mit der Sekretabsonderung, die das Thier an der Unterlage befestigt, im Zusammenhang stehen. Dass die Musculi adjuvatores den Stiel umdrehen könnten, wie es HANCOCK (13, p. 798) angiebt, hält SHIPLEY nicht für wahrscheinlich, wenigstens was *Argiope* betrifft. Er glaubt vielmehr, dass es die Hauptfunktion dieser Muskeln ist, das Thier am Stiel zu heben und zu senken, und seine Zeichnung (Taf. XXXIX, Fig. 12) deutet auch auf ein solches Verhältnis hin. Ob diese Zeichnung korrekt ist, dürfte jedoch bei einem Vergleich mit SCHULGIN's (26, Taf. IX, Fig. 15—19) und meinen Zeichnungen (Taf. IX, Fig. 136) in Frage gestellt werden können.

1885. **Schulgin** (26) hat *Argiope decollata* Deslong., *A. globuliformis* Schulgin, *A. cuneata* Risso, *A. Barroisi* Schulgin und *A. Kowalevskii* Schulgin

[1] Auch diese mit meinem »Bläschenhäufchen« identisch.

untersucht. Nach SCHULGIN besteht der Stiel aus einer mit einer Epidermis bekleideten axialen Masse, deren äußere Schichten homogen und cuticulaähnlich sind und in deren Inneren mehr oder weniger zahlreiche, sternförmige Bindegewebszellen eingemengt vorkommen; an der Außenseite der Epidermis findet sich eine dicke echte Cuticula. Ferner macht der Verfasser darauf aufmerksam, dass eine Korrelation zwischen der Dicke (d. h. der Schwere) der Schalen einerseits und der Höhe und Stärke des Stieles andererseits besteht. So haben *A. decollata* und *A. cuneata* dicke, breite und schwere Schalen und einen kurzen, kaum aus der Schale heraustretenden Stiel, so dass das Thier auf der Unterlage dicht aufsitzt und fast unbeweglich ist. Die Schale von *A. Kowalevskii* dagegen ist dünn und leicht, während ihr Stiel hoch und dünn ist, und auf diesem bewegt sich das Thier leicht in dorsoventraler Richtung. Eben so bemerkt er, dass die Ursache, wesshalb die ventralen Muskeln größer als die dorsalen sind, darin liegt, dass die ventrale Schale schwerer ist als die dorsale. Was die Muskulatur im Übrigen betrifft, hat der Verfasser einen neuen Muskel, den Divaricator dorsalis beschrieben, der, an der ventralen Schale entspringend, sich an der dorsalen befestigen soll. Er liegt angeblich von allen Muskeln am weitesten nach außen (26, Taf. IX, Fig. 15 u. 19). HANCOCK's Musculus divaricator wird von ihm Divaricator ventralis genannt während er den Divaricator accessorius gar nicht erwähnt.

1887. Joubin (14) ist der Einzige, der speciell den Stiel eines Brachiopoden behandelt hat, nämlich den der *Terebratulina caput serpentis*. Er hat jedoch, scheint es mir, dieses sowohl, was den Text als die Figuren betrifft, in einer so unbefriedigenden Weise gethan, dass es unnütz wäre, seine Arbeit eingehender zu referiren, weil die meisten seiner Angaben entweder mit denen früherer Verfasser übereinstimmen oder unrichtig sind. So z. B. beschreibt er den Stiel als einen geschlossenen, konischen Schlauch mit einer gerundeten Knospe in dem inneren Ende, die mit einer Seite an der Hinterwand des Mantels haftet! Richtig sind indessen seine Angaben, dass die Zellenreihen des Stielbindegewebes ein zusammenhängendes Tubensystem bilden, und dass die Chitinsubstanz auch der Fädchen wie die des Stieles im Übrigen koncentrisch geschichtet ist. Gleichfalls dürften seine Angaben über den Zusammenhang zwischen den Bindegewebszellen des Stieles und dem Endothel der Körperhöhle nicht unbegründet sein.

1892 (5). In einer sehr schönen Arbeit behandelt Blochmann hier monographisch *Crania anomala* O. F. Müller. Er verspricht, späterhin mit anderen Brachiopoden fortzufahren. Er hat bereits Untersuchungen an *Waldheimia cranium*, *Terebratulina caput serpentis* u. A. gemacht. Die vorliegende Arbeit fällt jedoch nicht in den Rahmen meines Gegenstandes, nur eins, was er beiläufig erwähnt, muss ich hier aufnehmen. Er will nämlich feststellen (p. 28), dass die mit Körnchen erfüllten Körper, die VAN BEMMELEN (1) aus dem Mantel und dem Stiel von *T. vitrea* und *W. cranium* beschrieben hat, thatsächlich Zellen seien, »welche ganz vollgepfropft mit den Sekretkörperchen sind, welche bei *Crania* nur spärlich vorkommen«. Wie es sich hiermit in der That verhält, werde ich im Folgenden nachweisen.

Ich gehe nun zur Darstellung meiner eigenen Untersuchungen über, und da der Schwerpunkt auf *Terebratulina* ruht, theils weil sie in Bezug auf den Stiel am höchsten entwickelt ist, theils weil

das von ihr zu Gebot stehende Material am besten konservirt und am reichlichsten war, so beginne ich mit dieser Form.

Terebratulina caput serpentis (L.).

(Tafel VI, VII und VIII, Fig. 79—83 und 85—108.)

Allgemeine Organisation des Stielapparates.

Der Stiel ist bei dieser Form ein heller, weißer bis gelblicher, gegen die Spitze gelbbrauner oder mitunter brauner, massiver Cylinder, der an der Basis — besonders an der ventralen Seite — erweitert ist und also dort eine knopfähnliche Anschwellung bildet, welche distalwärts gleichmäßig am Stiel ausläuft, gegen die Basis aber stark abgesetzt ist (Taf. VI, Fig. 1—8). Diese Anschwellung — der Stielbulbus oder Bulbus — kann bei verschiedenen Individuen recht verschieden entwickelt sein. An den Ursprungsstellen der Musc. adjuvat. dorsales ist der Bulbus der Quere nach mehr oder weniger gefaltet (Taf. VI, Fig. 13). Von dem Bulbus an ist der Stiel gleich dick oder erweitert sich allmählich etwas gegen die Spitze hin, die mit einem Bündel von Fortsätzen, den Haftfädchen oder einfach Fädchen, versehen ist (Taf. VI, Fig. 1—8). Ein ordinärer Stiel, zu einer 2 bis 2,5 cm langen Schale gehörend, ist etwa 5 mm lang und 1,5 bis 2 mm im Durchmesser.

Wie bereits oben erwähnt, stellt der Stiel eigentlich einen Theil der Körperwand dar. Er ist aber nach innen der Körperhöhle zu eingesenkt worden, und also ist, dadurch dass die Verbindung zwischen ihm und dem übrigen Theil der Körperwand nicht abgebrochen worden, ein vollständiger Sack — die Kapsel — entstanden (Taf. VI, Fig. 1 *kps*), dessen einwärts dem Thiere zugewandter Theil (= das Äußere der Kapsel) von dem Endothel bekleidet ist. Die Innenseite der Kapsel ist mit ektodermalem Epithel bedeckt, das sich sammt seiner Cuticula auf den Stiel fortsetzt. Obgleich die Stielcuticula, so viel ich weiß, keiner chemischen Analyse unterworfen worden ist und ihre Zusammensetzung folglich nicht bekannt sein dürfte, glaube ich mich doch berechtigt, ihr den Namen Chitincuticula zu geben, theils weil ein so nahestehendes Organ wie die Schale von *Lingula* Chitin enthält (Schmiedeberg, 25) und theils weil so viele dem Anscheine nach ähnliche Gebilde innerhalb verschiedener Thiergruppen als chitinös gelten. Diese Bekleidung der Kapsel ist indessen an der Dorsalseite am stärksten entwickelt und auch dort, wie ringsum, stärker an der Mündung der Kapsel, wodurch um diese ein an

der Ventralseite schmälerer und dünnerer Chitinring entstanden ist (Taf. VI, Fig. 1 *rg*). Im Zusammenhang mit der reichlicheren Chitinentwicklung auf der Rückenseite ist das dortige Epithel am Kapselrande gefaltet und das Bindegewebe etwas mächtiger. Also dürfte durch die Vergrößerung der Bildungsfläche und durch die Erleichterung der durch das Bindegewebe stattfindenden Nahrungszufuhr eine größere Menge Cuticularsubstanz sich schneller absetzen können. Die übrigen Theile der Kapsel — die ventralen und die lateralen Seiten — sind dünner, dafür aber gegen äußere Gewalt dadurch geschützt, dass die Mündung dem Stiele so dicht anliegt, dass kaum irgend ein bedeutender Gegenstand dazwischen kommen kann.

Der ganze Stielapparat ist der ventralen Schale genähert, indem theils diese mit einem Einschnitt für den Stiel versehen ist, theils die Kapsel durch eine mediane Zusammenschmelzung ihres ventrobasalen Theiles und der ventralen Körperwand an dieser Schale befestigt und durch diese gestützt worden ist. Diese Zusammenschmelzung nenne ich das Kapselband (Taf. VI, Fig. 1 *kpzbd*). An der Rückenseite geht ein unbedeutender Theil des Stielbindegewebes in die Kapsel über und biegt sich dabei in einen sehr spitzen Winkel zurück (Taf. VI, Fig. 1, nahe bei *c*), so dass die Kapselwand dort dem Stiele dicht anliegt und dessen Basis also den dorsalen Theil des Kapselgrundes ausmacht. An der Bauchseite geht ein größerer Theil des Stieles in die Kapselwand über, aber der große Bulbus hindert diese, sich so plötzlich zu biegen, was zur Folge hat, dass der Grund der Kapsel erheblich weiter wird als ihre Mündung. Das Stielbindegewebe geht zum größeren Theile in den medialen Theil des Kapselgrundes über und in der ventralen Fortsetzung des letzteren liegt das Kapselband. Diese beiden Bindegewebspartien bilden zusammen was HANCOCK den Musculus peduncularis nennt. Der helle, querstehende Flecken an der ventralen Schale, den er (13, p. 797) als von diesem Muskel hervorgerufen beschreibt, ist freilich vorhanden, obgleich er in der That gerade durch die am Übergange des Kapselbandes in die Körperwand entstandene dickere und in Folge ihrer Undurchsichtigkeit weiße Bindegewebsmasse verursacht wird, was leicht zu erkennen ist, wenn man ein entkalktes Individuum in der Medianebene durchschneidet. Ähnlich verhält es sich bei *Waldheimia* (vgl. 13, Pl. LVII, Fig. 3 *h*).

Der hinterste Theil der ventralen Schale einschließlich der weichen Theile und die Verbindung mit der Kapsel ist ein ziemlich komplicirtes und bei verschiedenen Arten sehr verschiedenes Gebilde.

Die entsprechenden dorsalen Theile sind im Großen und Ganzen ziemlich einfach und bei verschiedenen Formen weniger verschieden, wesshalb ich für dieselben nur auf meine Zeichnungen verweise. Dass die Bauchschale so viel größere Veränderungen als die dorsale erfahren hat, rührt zum Theil daher, dass erstere im Gegensatze zu letzterer einer größeren oder geringeren Abnutzung des Hinterendes[1] durch Reibung gegen die Unterlage ausgesetzt ist und, um dieser Abnutzung entgegenwirken zu können, sich bei verschiedenen Formen verschiedenartig entwickelt hat. In Fig. 1, Taf. VI sieht man einen fast medianen Längsschnitt durch diese Partie von *Terebratulina*. In der Mitte liegt ein Theil der Körperhöhle (*kph*), die zu beiden Seiten des Kapselbandes (*kpsbd*) mit dem übrigen Theile in Verbindung steht und von dem mit einem Epithel bekleideten Bindegewebe begrenzt wird[2], dessen in der Figur linker Theil die Kapselwand (*kpsw*), der rechte die Körperwand (*kpw*) selbst bildet. Das Bindegewebe reicht indessen nicht weiter nach hinten als ungefähr an die Mitte des Ringes. Der Hinterrand (*a*) dieses Gewebes bildet eine ziemlich breite Fläche, welche fast winkelrecht gegen seine Seiten ist und hinter welcher sich eine ansehnliche Schalenbildung — der Hacken (*hck*) — findet, deren Elemente ungefähr winkelrecht gegen die der übrigen Bauchschale angeordnet sind. Die Schale besteht nämlich abwechselnd aus dünnen Häutchen organischer Substanz und aus Kalkprismen, die im Großen und Ganzen der Mantelfläche parallel liegen. Winkelrecht gegen letztere liegen die Schalen- oder Mantelpapillen (*schp*). Eben so verhält es sich nun auch mit dem Hacken, obwohl er, später als die übrige Schale (siehe bei *b*) gebildet, eine ganz andere Lage einnimmt und von dieser ventralwärts gedeckt wird; seine Mantelpapillen sind wegen der großen Dicke viel länger. Die Mantelpapillen gehen nämlich stets vom Bindegewebe aus durch die Schale fast bis an die Oberfläche, wo sie nur durch eine dünne Substanzschicht bedeckt sind. Bei *e* schiebt sich der ventrale Theil des Vorderrandes des Hackens wie ein Keil zwischen das Bindegewebe und die primäre Schale ein. Nachdem die hinteren Theile letzterer ihr Dickenwachsthum — eine deutliche Grenze desselben ist bei *b* sichtbar — abgeschlossen haben, hat sich eine

[1] Dass der hinterste Theil der dorsalen Schale nicht abgenutzt wird, erklärt sich leicht sowohl aus seiner Lage als daraus, dass die ältesten Theile noch vorhanden sind, was wenigstens bei gewissen Exemplaren auswendig an den Zuwachslinien zu erkennen ist.

[2] Weder die Verbindung noch das Epithel ist auf dieser Figur zu sehen.

neue Substanz abgesetzt und so den Hacken gebildet. Die Mantelpapillen des Hackens verlaufen auch bei *e* gerade nach hinten, dort liegen aber die Schalenschichten den Papillen mehr parallel, während sie in dem übrigen Theile des Hackens winkelrecht gegen dieselben sind.

Von Muskeln, die dem Stiele entspringen, giebt es nur zwei Paare: die Musculi adjuvatores dorsales und die Musculi adjuvatores ventrales (Taf. VI, Fig. 2—6, *m.a.d* und *m.a.v*). Erstere beginnen mit je einer Sehne einer an jeder Seite des ventro-lateralen Theiles des Stielbulbus und befestigen sich an der Rückenschale. Median von ihren Ausgangspunkten wird der Bulbus mehr oder weniger deformirt in Folge der Faltenbildung bei der Umwandlung des Bindegewebes und seinem Übergange zu den Muskelsehnen (Taf. VI, Fig. 13). Auf ihrem Wege vom Stiele werden sie in einer Strecke fast vollständig von einer Falte der Kapsel umgeben, was leicht zu dem Glauben verleitet, dass sie die Kapsel durchbohren. Dem ist aber nicht so, da die Kapselfalte oralwärts sich nicht um die Sehnen zusammengeschlossen hat. Die eingenommene Lage ist offenbar dadurch entstanden, dass, während der Stiel und die Kapsel sich immer tiefer eingestülpt, die Muskeln eine geradlinige Verbindung mit dem hintersten Theile der Dorsalschale beibehalten haben. Dabei hat natürlich die Kapselwand sich um die Muskeln legen müssen. Das letztere Muskelpaar (*m.a.v*) entspringt dorso-lateral an der Basis des Stieles und zwar ebenfalls mittels Sehnen, die im Stielbindegewebe ihren Ursprung nehmen, und befestigt sich an der Bauchschale. Allein während das erste Paar fast winkelrecht gegen die Längsachse des Stieles verläuft und seine Muskelfasern hauptsächlich an den distalen Enden der Sehnen haften und also in der Richtung letzterer wirken, gehen beide Sehnen der Musculi adjuvatores ventrales der Längsachse des Stieles nahezu parallel und ihre Muskelfasern entspringen sowohl an den Spitzen der Sehnen als auch an deren einer Seite — der ventralen —; einige derselben — die am meisten centralen und die hintersten — sind von der Stielbasis auf den Kapselgrund übergegangen und setzen sich von da unmittelbar bis an die Bauchschale fort, wo sie sich befestigen. Denselben ventral gerichteten Verlauf haben auch die zunächst liegenden Muskelfasern, die von der Sehne ausgehen; je weiter vorwärts, desto mehr werden sie aber der Sehne parallel (Taf. VI, Fig. 1—3 *m.a.v*). Da nun der Musc. adjuvatoris ventralis an der Stielbasis, die einen Theil des Kapselgrundes ausmacht, und ferner an der Außenseite eines Theils der Kapsel entspringt, so kann man selbstverständlich auch

nicht von diesem sagen, dass er die Kapsel durchbohre, wie es Hancock betreffs beider Paare der Musc. adjuvat. angiebt. Bei seiner Kontraktion zieht der vorderste[1] Theil des Musc. adjuvat. ventralis die Schale an den Stiel hinauf, während der hinterste Theil die Kapsel an die Bauchschale nähert. Übrigens wird, was die Funktion der einzelnen Muskeln betrifft, auf andere Arbeiten verwiesen, wie Hancock (**13**), Shipley (**27**) und Schulgin (**26**). Ich will hier nur noch erwähnen, dass ich mehrmals gesehen habe, wie *Terebratulina* den Stiel im Stielloch wiederholentlich etwa einen halben Umgang hin und her dreht; dass diese Bewegung, wie es Hancock (**13**, p. 798) annimmt, durch das Eingreifen des Musc. adjuvat. dorsalis geschehen muss, kann wohl Niemand bezweifeln.

Außer den eigentlichen Stielmuskeln sind hier noch die Musculi divaricatores und die Musculi divaricatores accessorii (Taf. VI, Fig. 4) zu erwähnen. Sie entspringen an der dorsalen Schale weit rückwärts und gehen nach der ventralen. Dabei sind ihre Sehnen zum großen Theil mit der dorsalen Wand der Kapsel verschmolzen. Wenn sie die Basis derselben erreicht haben, biegt sich der Musc. divaricat. accessorius um diese, befestigt sich etwas weiter nach hinten an der Körperwand und verschiebt also bei seiner Kontraktion den Stiel durch das Loch hinaus. Der Haupttheil des Muskels — der eigentliche Musc. divaricator — befestigt sich weiter nach vorn und das Resultat seiner Wirkung auf den Stiel wird ungefähr das nämliche. Der Musc. divaricat. accessorius ist, wie gesagt, am weitesten nach hinten befestigt und sein Endpunkt ist von dem Musc. divaricator deutlich getrennt, im Übrigen aber verschmelzen die beiden Muskeln bald genug vollständig.

Recht große Unregelmäßigkeiten erscheinen bisweilen in Bezug auf die Muskeln — besonders bei ihren Ausgangspunkten am Stiele — und im Zusammenhang damit auch in der Bildung der Stielbasis; siehe z. B. Fig. 11, Taf. VI, wo der Musc. adjuvat. ventralis weit ins Innere des Stieles gerückt ist.

Die Stielspitze ist gewöhnlich abgerundet und mit Haftpapillen besetzt, die ich auf Grund ihres Aussehens als Haftfädchen oder schlechtweg als die Fädchen bezeichne. Sie gehen mehr oder weniger dichtgedrängt von der Stielspitze centrifugal aus und sind meistens auf einen mützenförmigen oder halbsphärischen Bezirk des

[1] Vorn und hinten und davon abgeleitete Ausdrücke werden, wo nicht anderes aus dem Zusammenhang deutlich hervorgeht, gebraucht, um das Verhältnis zum ganzen Thiere anzugeben; so z. B. vorn = oralwärts.

Endes beschränkt (Taf. VI, Fig. 6—8). Mitunter sind sie unregelmäßig zerstreut oder einzelne entstehen weiter am Stiele hinauf; bisweilen können Fädchen von der fast ganzen einen Seite desselben ausgehen (Taf. VI, Fig. 5 u. 9). Der Stiel ist dann aus irgend einem Grunde nicht einziehbar gewesen oder er hat mit der Seite gegen einen Gegenstand gedrückt gelegen und die dadurch bewirkte Reibung ist vielleicht die Ursache gewesen, dass Haftfädchen sich an einer so ungewöhnlichen Stelle haben entwickeln können. Die ältesten Fädchen eines völlig ausgewachsenen Stieles, d. h. die mittleren, sind dünner, kürzer, häufig nach der Spitze zu verjüngt (Taf. VI, Fig. 1 *cfd*). Sonst sind sie zumeist überall gleich dick, etwa 0,10 mm im Durchmesser — doch zwischen 0,05 und 0,225 mm schwankend —, braun, einfach und, wenn im Wachsthum begriffen, in der Spitze hell. In seltenen Fällen sind sie zwei- bis dreiästig. Nur einmal habe ich ein Fädchen gesehen, das einen Ast von der Seite her (ein Stückchen von der Spitze entfernt) erzeugt hatte; wie dieser Ast die dicke Cuticula hat durchdringen können, ist schwer zu erklären. Die Fädchen sind Fortsätze des Stieles und bestehen wie dieser zu innerst aus einem Bindegewebe, das von einem cuticulabildenden Epithel bekleidet ist. Die Cuticula ist sehr stark und der Zuwachspunkt befindet sich am Ende des Fädchens. Die Länge und Anzahl der Fädchen ist sehr wechselnd. Ich habe auf einem Stiel, der an einer Serpulidenröhre befestigt gewesen war, deren bis über 100 gezählt; es ist ein gewöhnlicher Fall, dass man auf Stielen, die an solchen befestigt sind, überaus zahlreiche Fädchen findet. Die kleinste Zahl — bei einem erwachsenenen Thiere etwa 50 — pflegt bei denjenigen, die auf steinigem Grunde befestigt sind, vorhanden zu sein. Die Länge ist gewöhnlich am größten — bis 15 mm — wenn sie an Ascidien oder Serpulidenröhren befestigt sind; bei letzteren werden oft beide Wände durchbohrt und die Fädchen können sich dann fortsetzen, um sich an anderen dahinter liegenden Gegenständen zu befestigen. Die normale Länge eines Fädchens beträgt ungefähr 2—5 mm.

Alle Kalkgebilde können von den Fädchen durchfressen werden. Wenn ein Fädchen einen Stein oder einen anderen undurchdringlichen Gegenstand winkelrecht gegen dessen Fläche trifft, so kommt es oft vor, dass die Spitze sich zu einer huf- oder fußähnlichen Bildung erweitert und damit ihr Wachsthum schließt. Selten entwickelt sich das Fädchen in nennenswerthem Grade weiter; wenn dies aber der Fall ist, so geschieht es in der Weise, dass der Wachsthumspunkt, ganz oder in mehrere aufgetheilt, sich zwischen das Fädchen und die Unter-

lage einschiebt, und so dasselbe fortsetzt. Treffen sich mehrere benachbarte Fädchen mittels der wachsenden Spitzen, so verkleben sie sich mit einander und können also eine mehr oder weniger dicht zusammenhängende Masse bilden. Auf diese Weise ist es möglich — durch Festkleben an Gegenständen, an welchen sie längs und dicht hervorwachsen — dass sie sich an Felsenwänden und an harten Gegenständen überhaupt befestigen. In mehr lockere Ascidienmäntel, wie von *Ascidia mentula* (O. F. Müller) oder *Ascidia obliqua* (Alder), können sie sich hineinarbeiten, wobei sie häufig den in den Geweben befindlichen Höhlungen folgen (Taf. VI, Fig. 15). Sonst vermögen sie nicht weit in organische Substanz einzudringen, ausnahmsweise können sie doch ein Stückchen weit in so derbe Gewebe, wie den Mantel von *Polycarpa pomaria* (Savigny) Kiaer, eindringen; am häufigsten befestigen sie sich nur an der Außenseite desselben. Wie schon früher erwähnt, können sie sich in Kalk, z. B. in Muschelschalen u. dergl. einfressen. Auf welche Weise sich dies vollzieht, wird weiter unten im Zusammenhang mit anderen dahingehörenden Erscheinungen behandelt werden. An Brachiopodenschalen befestigen sie sich besonders gut, dringen jedoch nur ein kleines Stückchen in dieselben hinein. Fig. 94—97 und 99—108 auf Taf. VIII stellen verschiedene Formen von Fädchen dar. Wenn eine *Terebratulina* sich an einem kalkhaltigen Gegenstand befestigt hat, so löst sich beim Reißen am Thiere der Stiel leichter von diesem als von der Unterlage; von dem Felsengrund werden die Thiere leichter losgetrennt, ohne beschädigt zu werden.

Dass das befestigende Organ innerhalb einer Thiergruppe, deren Repräsentanten von Alters her befestigt leben und sich für eine solche Lebensweise differenzirt haben, von großer Wichtigkeit und Bedeutung sein muss, versteht sich von selbst. Dass es sich hier wirklich so verhält, kann man aber auch aus dem Umstande schließen, dass der Stiel bereits in einem frühen ontogenetischen Stadium völlig typisch ausgebildet ist. Er ist bei jungen Individuen am häufigsten sogar relativ etwas größer als bei erwachsenen; doch können dabei recht große Schwankungen stattfinden. Es ist mir nicht gelungen, so kleine Individuen zu erhalten, — die kleinsten waren ausschließlich des Stieles 0,5 mm — dass der Stiel nicht typisch entwickelt war, und außer den Unterschieden, welche nothwendig von geringerem Alter bedingt werden, z. B. weniger Haftfädchen, habe ich keine bedeutendere Verschiedenheit gefunden. Dass der Stielbulbus bei jungen Individuen so häufig rückwärts gebogen ist (Taf. VI,

Fig. 10), kommt davon, dass er in diesem Stadium so weich und plastisch ist, dass er beim Einziehen des Stieles, wenn das Thier getödtet wird, durch den dabei entstandenen Druck nach hinten, wo es größeren Raum giebt, gedrängt wird. Auch haben alle Präparate von Individuen, deren Stielbulbus nach hinten gerichtet ist, einen stark kontrahirten Musc. adj. ventralis.

Das *Lingula*-ähnliche Stadium mit hohlem Stiel von der Länge der Schale, welches Morse (18) beschreibt, habe ich nicht finden können, obgleich ich, nach seiner Figurenbezeichnung zu urtheilen, eben so kleine Individuen wie er zur Untersuchung hatte. An lebenden, sehr kleinen Thieren ist das Stielbindegewebe indessen so durchsichtig, dass man, wenn man keine Schnitte durch den Stiel macht, leicht zu dem Glauben verführt wird, derselbe sei hohl; darauf beruht wahrscheinlich Morse's Angabe. Was den »langen Stiel« betrifft, so ist er zwar relativ länger als bei erwachsenen Individuen, aber Stiele, die eben so lang wie die dazu gehörenden Schalen wären, habe ich bei *Terebratulina* nicht gesehen; ein in Bezug auf seine Länge alleinstehender Stiel (Taf. VI, Fig. 16) betrug die Hälfte der Schalenlänge, 0,5 resp. 1 mm. Dagegen ist es richtig, dass die Schalen in diesem Alter viel abgeplatteter und sowohl dadurch als durch ihre mehr gleichmäßig breite Form mehr *Lingula*-ähnlich sind.

Das Endothel.

Die Außenseite der Kapsel, d. h. ihre Begrenzung einwärts dem Thiere zu und mithin auch die proximale Fläche des Stieles sind vom Endothel der Körperhöhle bekleidet. Es ist dies ein dünnes Plattenepithel mit flachen, rundlichen Kernen. Die Zellen sind bald mehr langgestreckt, bald mehr unregelmäßig gleichseitig (Taf. VI, Fig. 21—22). Wie im Folgenden eingehender besprochen werden soll, steht das Endothel da, wo das Bindegewebe des Stieles sich an der Basis nach verschiedenen Seiten biegt, um die Kapsel zu bilden, in vollständigem Zusammenhang mit den Zellen des Bindegewebes (Taf. VI, Fig. 1 u. 19 *c*). Ob dies, wie es Joubin (14) behauptet, auch zwischen den Muskelfasern an den Ausgangspunkten der Musc. adj. ventrales der Fall ist — denn auch dort giebt es Endothelzellen —, muss ich dahingestellt sein lassen, sowie auch, was für eine Bewandtnis es in dieser Beziehung mit dem übrigen, von Muskelfasern freien basalen Theil der Kapsel haben mag.

Das Bindegewebe.

Oben wurde erwähnt, dass der Stiel von *Terebratulina* wohl entwickelt ist. Dies erkennt man unter Anderem an der hohen Ausbildung und Differenzirung des Stielbindegewebes. Man kann in demselben nicht weniger als fünf Regionen unterscheiden; doch ist die Grenze zwischen ihnen selten eine völlig distinkte. Diese Regionen sind:

1) das centrale Bindegewebe des Stieles (sensu stricto),
2) das Bindegewebe der Kapsel[1],
3) das Bindegewebe der Haftfädchen,
4) das periphere Bindegewebe des Stieles (sensu stricto) sowie
5) das Bindegewebe des Stielbulbus.

Von allen diesen Regionen oder doch den meisten derselben kann man freilich sagen, dass sie auch bei den übrigen von mir untersuchten Formen zu finden sind, allein sie sind dann entweder nicht alle zu gleicher Zeit vorhanden, oder nicht so stark differenzirt wie bei *Terebratulina*.

Überall bilden die Bindegewebszellen, die in mehr oder weniger stark verzweigten Reihen unmittelbar auf einander folgen oder neben einander liegen, ein zusammenhängendes Netzwerk. Sie liegen also in einem Gang- oder Tunnelsystem, welches durch die von den Zellen selbst gebildete Zwischensubstanz, nicht durch eine besondere differenzirte Wand begrenzt wird. Die größte Verschiedenheit zwischen den Regionen hängt von der Beschaffenheit der Zwischensubstanz ab, die in den verschiedenen Regionen sehr verschieden ist.

Das centrale Bindegewebe.

Ich werde hier unten jede einzelne Region für sich behandeln, und zwar in der obigen Reihenfolge, indem ich mit dem centralen Bindegewebe beginne. Dieses Bindegewebe bildet den Kern des Stieles, erstreckt sich durch die ganze Länge des letzteren, ist an der Basis von dem Bindegewebe des Bulbus und distalwärts von diesem von dem peripheren Bindegewebe umgeben (Taf. VI, Fig. 1 u. 12). Seine Zwischensubstanz ist deutlich faserig, wobei die Fasern, die dem Stiele entlang angeordnet sind, näher der Spitze desselben gröber, länger und gerader, gegen die Basis aber feiner und oft fast verfilzt sind (Taf. VI, Fig. 32—33). Sie färben sich stark sowohl

[1] Diese Region ist als solche den anderen eigentlich nicht vergleichbar, da sie hauptsächlich nur wegen ihrer Lage hier aufgestellt wird.

von Boraxkarmin als von Eosin; letztere Färbung ist indessen in Glycerin nicht besonders dauerhaft. Die Einwirkung des Hämatoxylins scheint keine völlig konstante zu sein, gewöhnlich ist sie schwach. Wenn das Material nicht in befriedigender Weise fixirt worden ist, was desto öfter der Fall ist, je näher man der Stielspitze kommt, so bilden die Bindegewebsfibrillen, abgesehen davon, dass sie jede für sich nicht völlig gerade, sondern etwas wellig sind, wellige oder sogar zickzackförmig gebogene Bündel. Dieses Aussehen rührt offenbar daher, dass die Zwischensubstanz eingeschrumpft ist, und je weiter distalwärts, um so leichter geschieht dies, weil die Fasern dort immer lockerer mit einander verbunden sind und es ihnen somit immer schwerer wird, bei der Einwirkung eines stark wasseraufnehmenden Fixirmittels ihre Form und Lage beizubehalten. Die Konsistenz des Gewebes, wenn lebend[1], stimmt hiermit überein, indem es sich überall der Länge nach zerlegen lässt, und zwar leichter nach der Spitze zu als an der Basis. Die am Stiel entspringenden Sehnen der Musc. adj. ventrales dringen ein wenig in diesen hinein und gehen allmählich in seine Substanz über (Taf. VI, Fig. 1 u. 3). Sie färben sich, ähnlich wie die übrigen Sehnen, von allen benutzten Farbstoffen stärker als das dieselben umgebende Bindegewebe.

Die Zellengänge des centralen Bindegewebes (Taf. VI, Fig. 32) verlaufen einander und den Fasern parallel, haben nahe dem Ende des Stieles wenige Anastomosen, im basalen Theile aber sehr zahlreiche. Nach allen Seiten, wo ein anderes Bindegewebe an ersteres grenzt, finden sich Übergänge zwischen ihnen. Der schärfste Unterschied besteht zwischen dem peripheren Bindegewebe und dem Spitztheile des centralen. Die Zellen sind cylindrisch, in ihrer Mitte zuweilen tonnenförmig erweitert, bei den Anastomosen häufig sehr unregelmäßig (Taf. VI, Fig. 34 u. Taf. VII, Fig. 36—38). In dieser wie in einigen anderen Hinsichten sind die Zellen des centralen Bindegewebes denen des peripheren so ähnlich, dass häufig Zeichnungen der einen Art zur Erläuterung der anderen dienen können. Der Zellkern ist oval bis sphärisch. Sowohl im Kern als im Protoplasma finden sich oft runde, größere oder kleinere, gelbe, stark lichtbrechende Körner, die sich von Osmium färben (Taf. VI, Fig. 34 u. Taf. VII, Fig. 37—38 *zkr*). Diese Körner treten vereinzelt oder gewöhnlich zu mehreren auf. Der Nucleolus scheint bald vorhanden zu sein, bald zu fehlen. Im

[1] Ich gebrauche hier der Kürze halber den Ausdruck »lebend« für solches Material, welches sofort nach der Zerlegung des lebenden Thieres ohne vorherige Fixirung untersucht worden ist.

ersteren Falle ist er mitunter, theilweise durch Übergänge, dem Aussehen nach von den besagten Körnern so wenig verschieden, dass ich nicht mit Gewissheit ermitteln kann, welches der beiden Gebilde ich im betreffenden Falle vor mir habe. Das Protoplasma entbehrt einer deutlich hervortretenden Struktur. Es scheint dem Kern zunächst am festesten und nach außen lockerer, sowie mit einer noch festeren Hautschicht, einer Zellmembran, versehen zu sein; dies im Allgemeinen und an, wie es scheint, musterhaften, mit Flemming-scher Lösung fixirten Präparaten (Taf. VI, Fig. 34). An Präparaten, die mit Pikrinsalpetersäure fixirt worden sind, und die übrigens sehr gut zu sein scheinen, lässt sich bisweilen gar keine bestimmte Grenze zwischen den Zellen und auch keinerlei Hautschicht wahrnehmen, sondern sie sind durch Anastomosen und Fortsätze verbunden (Taf. VII, Fig. 40—41). Da, wo zwei Zellen zusammenstoßen, scheinen gewöhnlich die äußerst dünnen Membranen zu verschmelzen, so dass eine Grenze zwischen ihnen nur dann zu bemerken ist, wenn sie, was bisweilen vorkommt, an irgend einem Punkte getrennt sind (Taf. VII, Fig. 36—38 *zwr*). Die Enden der Zellen können sehr verschieden sein. Oft sind sie abgestutzt und liegen einander dicht an. An guten, mit Flemming'scher Lösung fixirten Präparaten mit solchen Zellen lässt sich das Verhältnis der Zellmembranen zu einem Zellengang am leichtesten beobachten; man kann nämlich dann häufig an der Grenze gegen diesen ein Dreieck sehen, dessen eine Seite von der Begrenzung des Ganges und die übrigen zwei von den Membranen der beiden Zellen gebildet werden, welche letzteren dort von der Bindesubstanz abbiegen (Taf. VI, Fig. 33 *zwr*). Nicht selten, namentlich in längeren, unverzweigten Gängen, sind die Zellen in ihrem distalen Ende konvex und in dem entgegengesetzten konkav; sie liegen solchenfalls nicht vereinzelt, sondern in längeren Reihen, was einen eigenthümlichen Anblick gewährt, indem eine Zelle die andere vorzuschieben scheint (Taf. VI, Fig. 32 u. 34). Der Kern, der sonst gewöhnlich im Centrum der Zelle liegt, ist nun dem konkaven Ende mehr oder weniger genähert. Nur an sehr gut erhaltenem Material scheint das Protoplasma der Membran dicht anzuliegen; zumeist hat sich dieses um den Kern mehr oder weniger zusammengezogen, doch giebt es fast immer einige Fortsätze, die den inneren Theil mit der Membran verbinden. Solchenfalls kommt es sogar vor, dass das Protoplasma sich so sehr zusammengezogen hat, dass alle vier Seiten konkav geworden sind, und dass es durch einen langen Ausläufer von jeder Ecke verbunden

wird, wesshalb die Zelle fast wie ein Stern oder ein Rochenei aussieht (Taf. VII, Fig. 36 u. 38). Sind dann die Membranen deutlich, so hat es ganz den Anschein, als ob es in den Gängen Querwände gäbe und die Gänge also in Fächer abgetheilt wären — die den Gängen parallelen Membranen liegen diesen so dicht an, dass sie kaum unterscheidbar sind —; bei stärkerer Vergrößerung (guter Ölimmersion) aber können auch solche Bilder vortrefflich zeigen, wie die Membranen sich in der That verhalten, und besonders, dass sie wirklich vorhanden sind und nicht von Lichtbrechungserscheinungen herrühren (Taf. VII, Fig. 36).

Die Zellen erfahren eine ziemlich lebhafte Theilung. Man sieht mitunter mehrere solche in einer Reihe auf einander folgen, ganze Serien von Theilungsstadien bildend (Taf. VII, Fig. 42). Zuerst wird der Kern immer länglicher und schnürt sich sodann in zwei Theile ab, welche beide rund und kleiner als der Mutterkern werden. Während dieses Processes liegen sie noch in derselben Zelle. Erst darauf theilt sich die Zelle in zwei ab. Es ist dies der typische Verlauf, allein nicht immer erscheinen sämmtliche Stadien zu gleicher Zeit. In dem basalen Gebiete der betreffenden Region lässt sich die Theilung der Zellen leichter als an anderen Stellen konstatiren. Sie kommen dort häufig in Haufen vor, welche gewöhnlich einschichtig sind (Taf. VI, Fig. 33 u. Taf. VII, Fig. 39). Betreffs ihrer gegenseitigen Lage weichen sie von den Zellen der normalen Zellenreihen nicht ab, d. h. sie grenzen gewöhnlich an einander mit einer deutlich trennenden Membran. Bisweilen fehlt jedoch diese. Dieses letztere Verhältnis habe ich nur an ein paar Pikrinsalpetersäurepräparaten derselben Art wie die soeben erwähnten gesehen. Manchmal sind die Zellen durch eine beginnende Bindesubstanzablagerung mehr oder weniger von einander getrennt (Taf. VII, Fig. 39). Das Massenwachsthum des Bindegewebes wird durch dieses Bild veranschaulicht; Näheres darüber im Folgenden.

Das centrale Bindegewebe kann man als das typische im Stiel betrachten, besonders was die Zellen selbst betrifft, wesshalb es denn auch am ausführlichsten behandelt worden ist. Eine Art Elemente, die sowohl in dieser als in anderen Regionen vorkommen, nämlich die sog. Bläschenhäufchen, werde ich im Folgenden eingehend besprechen.

Das Bindegewebe der Kapsel.

Das Bindegewebe der Kapsel besteht hauptsächlich aus drei verschiedenen Arten: den Wandtheilen der Kapsel sowie den inneren

und äußeren Theilen des Kapselgrundes. Die medio-ventrale Partie des Kapselgrundes im Verein mit dem Kapselband dient als Gelenk bei dem Ein- und Ausziehen des Stieles. Diese Theile haben zu diesem Zwecke einen biegsamen und zugleich festen Bau, indem sie größtentheils aus dichtgedrängten, längsgerichteten starken Fasern bestehen. Für diese wie für die übrigen Theile der Kapsel gilt, dass das Bindegewebe sich sowohl von Boraxkarmin, als von Eosin und Hämatoxylin um so stärker färbt, je fester und mehr faserig es ist. Auch hier ist das Eosin in Glycerin nicht beständig. Die Zellengänge sind gerade, mit nur wenigen Anastomosen und die meistentheils etwas länglichen Zellen mehr oder weniger stark abgeplattet, so dass ihre größte Durchschnittsfläche in derselben Ebene wie das Kapselband liegt.

An der Innenseite des ventralen Theiles des Kapselgrundes befindet sich eine dünne Schicht, die eine Fortsetzung des Bulbusbindegewebes ist und eine homogene, wenig färbbare Bindesubstanz mit zahlreichen, unregelmäßigen kleinen Zellen besitzt (Taf. VI, Fig. 1). Diese Schicht ist mitunter beträchtlich reducirt.

Der Körperwand zunächst wird das Kapselband an der Außenseite häufig etwas lockerer mit weniger gut entwickelten Fasern und dem zufolge wird die Zwischensubstanz weniger empfänglich für Farbstoffe, dafür aber nach der letztgenannten Stelle zu dicker, um dadurch die geringere Stärke zu ersetzen.

Das Bindegewebe der Kapselwände ist von dem des Kapselbandes gänzlich verschieden. Es ist freilich etwas faserig, aber nicht stark und ziemlich unregelmäßig. Wie es scheint, sind die Zellen zerstreut und nach allen Richtungen anastomosirend. Der Übergang zum Kapselband ist ein recht distinkter.

An der Dorsalseite der Kapsel liegen die Sehnen der Musc. divaricatores, etwas seitwärts von der Medianlinie, der Kapsel dicht angedrückt und mit derselben zum Theil verschmolzen. Diese sind von noch festerer Konsistenz als der Kapselgrund, indem die Zellen weniger zahlreich sind und die Zwischensubstanz härter und dichter ist.

Das Bindegewebe der Haftfädchen.

Nur das völlig entwickelte Bindegewebe der Fädchen wird hier beschrieben; die verschiedenen, nicht dem Gewebe selbst angehörenden Bildungen, die sowohl in diesem als in den peripheren Regionen gleichzeitig mit dem Wachsthum der Fädchen auftreten, werden später im Zusammenhang mit dem Wachsthum der Fädchen im Allgemeinen behan-

delt. Ungefähr am Ausgangspunkte der Fädchen hört die centrale Bindegewebsregion auf. Doch ist die Deutlichkeit und der Platz des Überganges zum Theil vom Alter des betreffenden Fädchens abhängig, indem die centrale Bindegewebspartie sich in allen älteren Fädchen eine kleine Strecke, bei jüngeren Fädchen aber nur wenig oder gar nicht fortsetzt, was mit der Bildungsweise der resp. Fädchen zusammenhängt. Die Zwischensubstanz des typischen Fädchenbindegewebes ist fast strukturlos, färbt sich zwar von Hämatoxylin, nicht aber von Eosin (Taf. VI, Fig. 17). Die Zellen stimmen am meisten mit denen des centralen Bindegewebes überein, nur dass sie kleiner sind. Auch die »gelben Körner« sind hier an Größe und Menge wechselnd vorhanden. Die Zellengänge sind lang, gerade und nicht besonders reich verzweigt. Die Konsistenz des Bindegewebes ist eine überaus lockere, was vermuthlich darauf beruht, dass in dem Fädchen alle stützende Arbeit dem starken Chitinmantel (= der Cuticula) überlassen ist. Gleichzeitig entsteht eine Materialersparnis dadurch, dass für das Bindegewebe nicht mehr feste Bestandtheile als nöthig gebraucht werden, und außerdem wird eine Erleichterung bei dem Aufbau des verhältnismäßig rasch wachsenden Fädchens bewirkt, weil nicht ganz so viel Material während der kurzen Zeit dahin geführt zu werden braucht.

Ein Präparat eines Fädchenbindegewebes, welches zuerst mit Flemming'scher Lösung fixirt, dann mit Essigsäure behandelt und unter dem Deckgläschen stark gedrückt worden ist, zeigt ein Verhältnis des Bindegewebes, das dessen Bildung gewissermaßen beleuchtet. Bei dem Zerquetschen sind nämlich die Zellenreihen aus einander gegangen, und jede wird mit ungefähr gleicher Menge Bindesubstanz umgeben, welche wohl die von jeder der betreffenden Zellenreihen gebildete ist (Taf. VI, Fig. 18). Nicht selten scheinen die Zellen des Fädchenbindegewebes ohne Membranen zu sein und vollständig ohne Grenze zu verschmelzen (Taf. VI, Fig. 17).

Das periphere Bindegewebe.

Wie früher erwähnt, umgiebt das periphere Bindegewebe das centrale. Es bildet aber keinen regelmäßigen Hohlcylinder, sondern vielmehr einen Kegel, aus dem man sich einen centralen Cylinder entfernt denkt und dessen Radius also an der Basis größer ist als an der Spitze, wo er sich verschmälert. Er endigt ungefähr an der Peripherie der Basis der Fädchenanhäufung. Hier aber ist also die centrale Region erweitert (Taf. VI, Fig. 1 u. 11). Die Konsistenz ist ziemlich fest, unbedeutend elastisch und nicht so faserig, dass es

beim Zerlegen bemerklich ist. Das Bindegewebe lässt sich dann in verschiedenen Richtungen und zwar am leichtesten in der radialen zerzupfen. Das Zellennetz ist allseitig und reich verzweigt; näher der Basis des Stieles sind die Zellen mehr radiär gestreckt und weniger verzweigt. Die Zellen sind denen der centralen Region ähnlich, nur dass sie kürzer und häufiger unregelmäßig sind (Taf. VI, Fig. 34 u. Taf. VII, Fig. 35). Die Zwischensubstanz ist fast homogen, nur unbedeutend faserig und ihre Fasern sind den benachbarten Zellenreihen parallel. Am deutlichsten ist die faserige Struktur da, wo die Zellengänge ausgeprägt radiär sind. Die Zwischensubstanz färbt sich weder von Eosin noch von Boraxkarmin, mehr oder weniger stark aber von Hämatoxylin. Der Übergang zum Bindegewebe des Bulbus ist ein allmählicher und sehr unbestimmter. Gegen die centrale Region ist die Grenze schärfer, besonders scheint es so, wenn man bei schwacher Vergrößerung einen gut gefärbten Schnitt betrachtet (Taf. VI, Fig. 11).

Im Zusammenhang mit dem Epithel und der Anlage der Fädchen wird dieser Theil des Bindegewebes etwas näher besprochen werden.

Das Bindegewebe des Stielbulbus.

Außerlich ist der Bulbus ein scheinbar nur ventrales Gebilde, und sein Gewebe liegt auch zum größten Theil an der ventralen Seite, allein er bildet, wie früher gesagt, einen geschlossenen Ring um die Basis des Stieles herum, was an Schnitten leicht zu erkennen ist (Taf. VI, Fig. 12 *bgbl*). Die Konsistenz ist ziemlich fest und zähe, weil der Bulbus von fast zellenfreien, festen Balken, die aus dicht gelagerten, annähernd verfilzten, feinen Bindegewebsfasern bestehen, durchzogen wird (Taf. VII, Fig. 45). Diese Balken stellen ein Netzwerk dar, dessen größte Maschen in der Mitte liegen — die größeren sind in kleinere aufgetheilt — und nach allen Seiten an Größe abnehmen. In den Maschen bilden die in einer sehr lockeren Zwischensubstanz eingebetteten Bindegewebszellen ein- bis mehrschichtige Bänder oder Reihen, die sich um die Balken winden und biegen (Taf. VII, Fig. 43). Sie sind von keiner deutlich differenzirten Hautschicht begrenzt, scheinen bisweilen unter einander zu anastomosiren (Taf. VII, Fig. 43) und dann und wann sogar zu verschmelzen (Taf. VII, Fig. 47). Die Zellen sind dünn und scheibenförmig. Da sie für Farbstoffe wenig empfänglich sind, und also, von der Oberfläche gesehen, von den über- oder unterliegenden Geweben, besonders von den sich stark färbenden Balken leicht verdunkelt

werden, so erscheinen sie in den Präparaten meistens nur dann, wenn sie in diesen auf die Kante gestellt sind. Sie sind somit von den übrigen Bindegewebszellen des Stieles ziemlich verschieden, an der Grenze der benachbarten Regionen aber gehen sie allmählich in die dort herrschende Zellform vollständig über (Taf. VII, Fig. 48—49). Die Gänge treten als solche am besten hervor, wenn die Zellen vom Rande her gesehen werden; sie sehen dann wie schmale Ritzen im Gewebe aus (Taf. VII, Fig. 43 u. 49 *z'*).

Nach dem Centrum des Stieles hin geht das Gewebe in das benachbarte derart über, dass die Maschen kleiner werden, verschwinden und schließlich die Zellen direkt in gewöhnlicher faseriger Bindesubstanz — anstatt in der obenerwähnten homogenen Zwischensubstanz — liegen lassen. Der Übergang zur peripheren Region erfolgt sehr langsam und stufenweise. Gegen den Außenrand des ventralen Theiles des Bulbus geschieht der Übergang ungefähr in derselben Weise wie einwärts, nur dass das zurückgebliebene Gewebe ein dichteres ist; das Resultat wird aber ein noch stärkeres Gewebe, das besonders an den Ausgangspunkten der Musc. adj. dorsales wohl entwickelt ist. Es hat den Anschein, als ob der Inhalt der Maschen verschwände, während das feste Balkengewebe mit den Balken dicht an einander gedrückt zurück bliebe (Taf. VII, Fig. 46). Fig. 44, Taf. VII zeigt den Bulbus eines ziemlich jungen Individuums; dort hat sich die starke periphere Schicht des Bulbus noch nicht entwickelt. Übrigens wird auf die Zeichnungen (Taf. VI, Fig. 1 u. 12; Taf. VII, Fig. 43—49) verwiesen, welche besser als eine in Worten gegebene Beschreibung die verwickelte Bildung des Stielbulbus veranschaulichen.

Über das Wachsthum und die Nahrungsverhältnisse des Bindegewebes.

Andere Zellen als die erwähnten giebt es im Bindegewebe nicht, woraus folgt, dass die Bindesubstanz durch die Thätigkeit derselben zu Stande kommen muss. Es dürfte dies in der Weise geschehen, dass die Bindegewebszellen während einer fortgesetzten sowohl Längs- als Quertheilung ringsum da, wo sie nicht an andere Zellen grenzen, Zwischensubstanz erzeugen, wodurch ja sowohl die Zellen als die Zwischensubstanz in ihrem Wachsthum mit einander gleichen Schritt halten. Durch die Quertheilung der Zellen werden die Zellenreihen verlängert, durch ihre Längstheilung entstehen neue Anastomosen. Dass das Massenwachsthum des Bindegewebes, wie es

VAN BEMMELEN (1) glaubt, durch eine Apposition von Stützsubstanz unter dem Epithel stattfände, und dass dabei Zellen aus diesem in das Bindegewebe regelmäßig hineinkämen, dürfte wohl kaum möglich sein. Zur Stütze seiner Ansicht verweist er auf eine seiner Figuren (1, Taf. VIII, Fig. 8), wo es unmittelbar unter dem Epithel eine Reihe zusammenhängender Zellen giebt, die kleiner als die Epithelzellen sind und die er wegen ihrer Kleinheit und ihres gegenseitigen Zusammenhanges als aus dem Epithel stammend betrachtet. Ich habe auf meinen Präparaten kein Gebilde, das diesem vollkommen ähnlich wäre, noch irgend eines gesehen, das in der von VAN BEMMELEN vorgeschlagenen Weise gedeutet werden könnte, nicht selten aber habe ich solche gefunden, die an seine citirte Figur erinnern. Bei diesen sind indessen die in Rede stehenden Zellen offenbar gewöhnliche Bindegewebszellen, die in der Nähe des Epithels liegen und die, um dem Epithel Nahrung zuzuführen, vielleicht etwas umgewandelt sind, deren Aussehen aber die Annahme, dass sie aus Epithelzellen stammen sollten, auf keinerlei Weise Raum giebt. Auch kann ich nicht finden, dass man VAN BEMMELEN's citirte Figur auf andere Weise zu deuten braucht, als ich meine Präparate gedeutet habe. Außerdem wäre es wohl recht sonderbar, wenn das Epithel erst Nahrung aus dem Bindegewebe aufnähme — von anderswo kann es ja keine erhalten — dann einerseits Elemente zum Aufbau desselben Bindegewebes ausschiede und andererseits die ebenfalls ansehnliche Cuticula absetzte.

Offenbar ist indessen, dass die große Stielmasse eine ziemlich starke Nahrungszufuhr erfordert, und doch finden sich da keine Blutbahnen. Eben so wenig sind Spuren von nervösen Elementen in dem Stiel selbst zu entdecken. Die einzigen Leitungswege, die es im Stielbindegewebe giebt, sind die Zellenreihen, und durch diese muss also alle Nahrung passiren, um an ihren Bestimmungsort zu gelangen. Dass der ganze Nahrungsbedarf durch das Bindegewebe der Kapsel von der Körperwand in den Stiel geleitet würde, ist nicht wahrscheinlich. Der größte Theil müsste solchenfalls durch das Kapselband und die mediale Partie des Kapselgrundes kommen, allein die Zellenreihen dieser verzweigen sich nicht allseitig in die Körperwand hinaus, sondern gehen fast geraden Weges bis an das Ektoderm und haben äußerst wenige Anastomosen, welche die Nahrungszufuhr aus dem übrigen Theile der Körperwand vermitteln könnten. In der Gegend des Kapselbandes scheint übrigens ein äußerst großer Mangel an den in der Körperwand sonst vorkommen-

den Blutlakunen zu herrschen. Dass ein Theil des Nahrungsbedarfs mittels Zufuhr durch die Kapselwand erfüllt werden kann, will ich indessen nicht bestreiten. Allein woher kommt denn der übrige Theil? Durch die Basis des Stieles muss er kommen, und diese grenzt an die Körperhöhle. Die Stielbasis ist, wie wir wissen, mit Endothel bekleidet. Ferner ist sie nicht plan, sondern da, wo ihre Substanz, um die Kapsel zu bilden, zurückgebogen wird, entsteht eine Grube. Diese ist der Dorsalseite genähert und bildet einen quer gehenden Spalt, dessen Seitentheile durch die Sehnen der Musc. adj. ventrales, dorsalwärts von diesen, aufwärts gepresst werden, und die auch tiefer als der zwischen ihnen liegende Theil sind, so dass sie fast zwei halbmondförmige, durch eine seichtere Furche verbundene Taschen bilden (vgl. Taf. VI, Fig. 1 u. 14 *c*). In diesen Spalt geht auch das Endothel hinein und von da unmerklich in die Bindegewebszellen des Stieles über (Taf. VI, Fig. 19 *c*). Da nun die Zellen des Bindegewebes ontogenetisch aus dem Endothel stammen, so liegt es ja sehr nahe, an eine fortdauernde Einwanderung von Endothelzellen in das Bindegewebe und eine auf diese Weise stattfindende Nahrungszufuhr zu denken. Annähernd analoge Verhältnisse herrschen ja übrigens z. B. bei mehreren Cölenteraten, wo abgesonderte sowohl Ektoderm- als Entodermzellen das Mesoderm bilden. Die Annahme einer Einwanderung von Endothelzellen und ihrer Umwandlung in Bindegewebszellen stimmt, wie im Folgenden zu sehen ist, mit der Beschaffenheit des Bindegewebes, wie ich diese gefunden habe, ganz gut überein. Doch wage ich es nicht für gewiss zu behaupten, dass eine solche Umwandlung wirklich stattfindet, und zwar hauptsächlich desswegen, weil ich einen deutlichen Übergang zwischen den respektiven Zellenarten nur an der soeben erwähnten Stelle habe konstatiren können; sollte sich aber ein derartiger Übergang der ganzen Stielbasis entlang und an der Innenseite der Körperwand nachweisen lassen, was ex analogia dann ebenfalls vorkommen müsste, so dürfte man auch die Umwandlung der Endothelzellen in Bindegewebszellen als ziemlich sicher betrachten können. Auf alle Fälle muss doch ein nicht geringer Theil der Nahrung des Stieles wenigstens mittelbar durch die Endothelzellen und von diesen in das Bindegewebe passiren. Ich will in diesem Zusammenhang besonders betonen, dass die in der Basis des Stieles liegenden Zellenreihen geraden Weges an seine Oberfläche gehen, und zwar auch zwischen den Muskelfasern an ihren Anheftungspunkten im Stiele.

Die traubenförmigen Bläschenhäufchen.

Hier dürfte es nun der Platz sein, ein im Bindegewebe des Stieles befindliches Element zu besprechen, das ich bisher nur angedeutet habe. Ich meine die Bläschenhäufchen. Diese eigenthümlichen, traubenähnlichen, aus kleinen Elementen bestehenden Anhäufungen, die mit Sekretkörnern vollgepfropften, großen Zellen ähnlich sind, hat schon v. Bemmelen (1, p. 119) nachgewiesen. In völlig ausgebildetem Zustande haben sie ein Aussehen, wie es Fig. 57—59, Taf. VII zeigen: eine große Menge sphärischer oder durch Zusammenpressung eckiger Körner oder richtiger kleiner Bläschen, die sich zu einer gerundeten, längeren oder kürzeren Anhäufung angesammelt haben, welche in einer kleinen Erweiterung eines Zellenganges liegt. Zellengänge sieht man oft in Bläschenhäufchen münden (Taf. VII, Fig. 58—60). Wenn auch im peripheren Bindegewebe am zahlreichsten, kommen sie doch auch im centralen vor, besonders in dem zunächst distalwärts vom Bulbus liegenden Theile; ferner in den alleräußersten, den centralen und peripheren Regionen des Stieles zugekehrten Theilen des Bulbus sowie stets in den Fädchen. Die ähnlichen, in der Körperwand befindlichen Gebilde, die auch van Bemmelen beschrieben hat, sind, obgleich von jenen theilweise verschieden, doch, so viel ich sehen kann, wenigstens der Hauptsache nach von derselben Beschaffenheit. Sie unterscheiden sich eigentlich nur durch ihre Lage im Bindegewebe, die etwas verschieden ist.

Von lebendem Stielmaterial kann man mittels eines scharfen Rasirmessers ziemlich dünne Schnitte anfertigen. Auf einem solchen Schnitte kann man die Bläschenhäufchen bei recht schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskope beobachten; auch dann sieht man ihr traubenähnliches Aussehen. Berührt man die Bläschenhäufchen vorsichtig mit einer feinen Nadel — eine sehr gut geschliffene Nadel deckt mit ihrer Spitze nicht mehr als die Hälfte eines größeren Bläschenhäufchens —, so scheint dasselbe oder der berührte Theil zu verschwinden. Wenn man darauf bei starker Vergrößerung die Reste sucht, so kann man im günstigsten Falle etwas erblicken, was wie feine, gerundete, häufig gefaltete Häutchen, ungefähr wie die Schalen dünnwandiger Rogenkörner aussieht, d. h. ein Gebilde, den Resten zerdrückter Blasen ähnlich. Dass es wirklich solche sind, wird auch von anderen Verhältnissen bestätigt, wie wir im Folgenden nachweisen werden.

Verschiedene Fixirungsflüssigkeiten haben höchst verschiedene

Einwirkung. Am besten scheinen die FLEMMING'sche Lösung und die Osmiumsäure zu sein. Mit einer dieser Flüssigkeiten behandelt, wird der Inhalt der Grundtheilchen oder Bläschen, d. h. der Körner VAN BEMMELEN'S (1, Taf. VII, Fig. 9 *k.m.*), fest, homogen oder etwas feinkörnig, und jedes Bläschen liegt den anderen dicht an. Durch Alkohol- und Salpetersäure-haltige Flüssigkeiten werden sie oft zerstört, so dass auf den Präparaten nur einige Reste, die wie dünne Häutchen aussehen, welche sich mit Hämatoxylin färben, sowie auch andere, deren Färbung nicht konstant zu sein scheint, übrig bleiben. Chromsäure und MÜLLER'sche Lösung, die übrigens keine guten Resultate liefern, erhalten besonders gut die Eigenschaft der Bläschenhäufchen, sich mit Eosin zu färben; sie schaden aber ihrer Struktur, so dass nach einer derartigen Fixirung Zwischenräume zwischen den Bläschen entstehen (Taf. VII, Fig. 57). In gewöhnlichen Fällen färben sich die Bläschenhäufchen intensiv mit Eosin, unregelmäßig mit Hämatoxylin. Osmiumsäure schwärzt sie auch, obgleich nicht stark, und nach solcher Behandlung tingirt Eosin nicht so gut. Sie werden weder von Toluol noch von Äther gelöst, was darauf schließen lässt, dass sie keine Fettgebilde sein können.

In der centralen Region sind die Bläschenhäufchen langgestreckt (Taf. VII, Fig. 56—58), in der peripheren mehr isodiametrisch (Taf. VII, Fig. 59), doch sind sie auch dort länger als in demjenigen Theil, dessen Struktur mehr ausgeprägt radiär ist, wie denn auch ihre Form immer von der Struktur des umgebenden Bindegewebes abhängt. In den Haftfädchen nehmen sie mit deren Alter sowohl an Zahl als an Größe zu. In älteren Fädchen können sie das Bindegewebe schließlich fast verdrängen und ihr Aussehen wird dann verändert; die Bläschen scheinen in größere, regelmäßige und unebene Blasen überzugehen (Taf. VII, Fig. 52 u. 61).

Wie VAN BEMMELEN bemerkt, kommen bisweilen Bläschenhäufchen im Epithel liegend vor (Taf. VII, Fig. 62). Doch findet dies nur bei wenigen Stielen statt, bei diesen aber, wie es scheint, an mehreren Stellen. Sie können mehr oder weniger tief im Epithel liegen, gehören natürlich aber nicht zu diesem, sondern sind wie gewöhnlich von Bindegewebszellen gebildet. Die eigenthümliche Lage lässt sich entweder derart erklären, dass in einem Zellengange ein Bläschenhäufchen sich dicht unter dem Epithel gebildet und dass der bei der Bildung desselben durch die Zellenanhäufung entstandene Druck — vgl. hier unten bei der Bildung der Bläschenhäufchen — die dünne Bindegewebswand ins Epithel hineingedrängt hat, wo

der Widerstand geringer als in jeder anderen Richtung sein muss; oder vielleicht noch eher so, dass die Bläschenhäufchen, wie weiter unten gezeigt wird, wirklich in den Zellengängen ihren Platz verändern können und durch einen solchen an das Epithel gelangt sind, wo sie sodann nach außen gepresst worden sind.

Die Bildung der Bläschenhäufchen studirt man am leichtesten in dem oben erwähnten basalen Theile des centralen Bindegewebes. Nirgends anders sind nämlich in Entstehung begriffene Bläschenhäufchen so zahlreich vorhanden, und die verschiedenen Stadien werden dort, theils jedes für sich, theils mitunter mehrere in einem und demselben Bläschenhäufchen angetroffen. Das früheste von mir beobachtete Stadium besteht aus anscheinend gewöhnlichen Bindegewebszellen, die entweder eine dichtgedrängte Anhäufung (Taf. VII, Fig. 53) oder einen lockeren Knäuel (Taf. VII, Fig. 54) bilden, je nachdem die Zellenreihen mehr oder weniger nahe an einander liegen. In beiden Fällen sind sie mit einer, nach dem Aussehen zu schließen, sehr lockeren Substanz umgeben, die sich von Osmium braun und gegen das umgebende Gewebe von Hämatoxylin stark ausgeprägt blau, von Eosin aber gar nicht färbt (Fig. cit. *blhs*). Bisweilen sind einige in einer einfachen Reihe auf einander folgende Zellen mit ähnlicher Substanz umgeben (Taf. VII, Fig. 37—38 *sb*), und vielleicht repräsentiren diese ein noch früheres Stadium. Allmählich büßen die Zellen, indem sich die umgebende »lockere« Substanz gleichzeitig vermindert, jede für sich ihr »lebendes« Aussehen und ihren gegenseitigen Zusammenhang ein (Taf. VII, Fig. 55—56), sie werden rund, homogen, sowie durch Eosin färbbar und zeigen das den fertigen Bläschen zukommende Aussehen. Dabei vermindert sich das Volumen der Zellen nicht oder doch nur unbedeutend. Da nun also *jedes Bläschen aus einer Zelle entsteht*, so ist ja die Behauptung Blochmann's (5), dass das Ganze eine mit Sekretkörnern erfüllte Zelle sei, offenbar eine unrichtige.

Die Umbildung der Zellen in Bläschen erfolgt entweder gleichzeitig in dem ganzen künftigen Bläschenhäufchen oder successive, und besonders in letzterem Falle kommt es vor, dass die Bläschen so zu sagen ihre Individualität einbüßen und zu einer größeren Blase mit denselben Reaktionen wie die gewöhnlichen kleinen verschmelzen (Taf. VII, Fig. 50). In dem peripheren Bindegewebe und gegen die Spitze des centralen lässt sich eine Bildung von Bläschenhäufchen nur selten nachweisen. In den Fädchen habe ich typische Jungformen von Bläschenhäufchen niemals gesehen, allein man könnte

sich vielleicht denken, dass sie dort auf eine etwas andere Weise gebildet würden. Die Bindesubstanz der Fädchen ist nämlich der die »jungen« Bläschenhäufchen umgebenden »lockeren« Substanz sehr ähnlich und zwar auch hinsichtlich der Färbungsreaktion, indem sie sich sowohl mit Osmium als mit Hämatoxylin stark färbt. Die Anwesenheit dieser Substanz ist es nun, welche durch ihre von Hämatoxylin blaue oder von Osmium braune Farbe am leichtesten macht, dass ein in Bildung begriffenes Bläschenhäufchen im Allgemeinen beobachtet werden kann. Also ist es deutlich, dass der Bildungsprocess schwerer zu beobachten sein muss, falls die Fädchenbindesubstanz, wie es ja auf Grund ihres Aussehens und ihrer Reaktionen denkbar wäre, die »lockere« Substanz ersetzt, welche ihrerseits unzweifelhaft mit der Bildung der Bläschenhäufchen in Verbindung steht, und dass die Bildung von Bläschenhäufchen möglicherweise auch in den Fädchen vorkommen kann, wenn sie auch dort nicht so leicht zu konstatiren ist.

Ich halte nun die in den Bläschenhäufchen enthaltenen Grundtheilchen für wirkliche Blasen, die mit irgend einer, wenn auch dickfließenden, Flüssigkeit erfüllt sind, und sie sind durch eine Veränderung von Bindegewebszellen entstanden, deren Protoplasma und Kern eine andere chemische Beschaffenheit und Struktur bekommen haben. Zuweilen scheint ein kernähnliches Gebilde in den Bläschen, besonders in den in der Körperwand befindlichen vorzukommen. Die Zellmembran dürfte wohl zur Wand des Bläschens werden. Diese Annahme stützt sich auf: 1) die obenerwähnten Verhältnisse beim Seciren lebenden Materials; 2) den verschiedenen Einfluss verschiedener Fixirungsflüssigkeiten, indem einige die Bläschenhäufchen bei ihrem natürlichen Aussehen erhalten und andere nur Reste von denselben übrig lassen (diese letzteren Flüssigkeiten sollten dann irgend eine leicht lösliche Verbindung mit dem Inhalt des Bläschens bilden); 3) einige Präparate, wo aus Bläschenhäufchen, die nahe am Epithel liegen (Taf. VII, Fig. 51), der Inhalt einiger Bläschen weggefallen ist, deutliche Membranen aber zurückgeblieben sind. Zu bemerken ist auch, dass diese letztere Erscheinung an zahlreichen Stellen der betreffenden Präparate zu finden ist, und stets sind es die leeren Bläschen, die in den Häufchen dem Epithel am nächsten liegen.

Wir kommen nun zu einer schwierigen Frage und die ist: *welche Funktion haben die Bläschenhäufchen?* Entweder müssen sie als Aufspeicherungsstellen der Exkretionsprodukte Bedeutung haben (= eine gewissermaßen negative Bedeutung) oder als Bildungs- oder

Aufbewahrungsstellen irgend eines Stoffes dienen, der beim Aufbau irgend eines Theiles des Stieles zur Verwendung kommt (= eine gewissermaßen positive Bedeutung).

Für die erste Annahme sprechen viele Umstände. Irgend welche andere Aufspeicherungsweise der Exkretionsprodukte giebt es nicht, falls man nicht die kleinen gelben Körner, welche sowohl in den Bindegewebs- als in den Epithelzellen vorhanden sind, als solche betrachten will. Ferner das Vorkommen der Bläschenhäufchen in den Haftfädchen, wo sie in den jungen klein und verhältnismäßig wenige an der Zahl sind, in den alten abgelebten aber groß werden und sogar den größeren Theil des Fädchenbindegewebes verdrängen können. Gegen diese Annahme spricht theils die Abwesenheit der Bläschenhäufchen im Bulbus und in den der Stielbasis am nächsten liegenden Theilen, theils ihre Entstehungsweise. Wo diese am deutlichsten ist, scheinen sie nicht allmählich durch Anhäufung von Körnern oder Exkretionsprodukten, sondern jedes durch den meistens gleichzeitigen Übergang mehrerer lebenskräftiger Zellen in die Bläschen gebildet zu werden. Dabei ist zu bemerken, theils dass die Zellen ganz und gar in Bläschen übergehen und solche bleiben, theils das Vorhandensein einer besonderen Substanz, die dieselben anfänglich umgiebt, nachher aber verschwindet. Gegen eine exkretorische Funktion spricht ferner, dass sie so groß sind und keinerlei Krystalle noch feste Bestandtheile einschließen, sowie dass ähnliche Bläschenhäufchen überall in der Körperwand und zwar mitunter massenhaft zu finden sind, obwohl sie dort der Körperhöhle so nahe liegen, dass die Exkretionsprodukte sich wohl leicht in diese abgeben könnten.

Für ihre Eigenschaft als Aufbewahrungsstellen irgend einer Reservenahrung spricht theils ihr Aussehen und ihr Vorkommen, theils alles Solches in ihrer Bildung, was ihrer exkretorischen Funktion widerstreitet. Gegen die Annahme, dass ihre Aufgabe eine so zu sagen positive wäre, stellt sich wiederum die Schwierigkeit, näher zu erklären, welche Aufgabe ihnen etwa zukommt und auf welche Weise sie dieselbe erfüllen könnten. Gesetzt, dass die Bläschenhäufchen an derjenigen Stelle des Gewebes, wo sie einst gebildet wurden, still lägen, so könnte dies kaum auf andere Weise geschehen als dadurch, dass sie auf die Nahrungsprodukte umarbeitend wirken müssten, welch letztere dann nach ihren respektiven Plätzen in den Bindegewebszellen versetzt würden; allein abgesehen davon, dass eine Überführung der betreffenden Stoffe von Bläschen zu Bläschen z. B. in einem größeren Häufchen kaum denkbar ist, so müsste solchenfalls

eine deutliche Verschiedenheit der Farbenreaktion sich an den beiden Enden des Bläschenhäufchens kund geben. Eine andere Erklärungsweise ist es, anzunehmen, dass die Bläschenhäufchen an einer Stelle entstehen und sich dann nach einer anderen versetzen. Sie liegen in Erweiterungen der Zellengänge, und gerade durch diese würde natürlich die Versetzung stattfinden. Allein, wenn die Zwischensubstanz auch locker und elastisch genug ist, um eine derartige Versetzung gestatten zu können, so kommt doch die schwer zu erklärende Thatsache hinzu, dass die Bläschenhäufchen in dem mehr lockeren centralen Bindegewebe langgestreckter sind als in dem härteren peripheren, während sie dagegen, wenn sie vorgedrängt würden, wie es scheinen will, sich ganz umgekehrt verhalten müssten. Und welche Kraft würde dieselben vorwärts treiben? Versetzen sich die Bläschenhäufchen, so müssen es auch die dazwischenliegenden Bindegewebszellen thun. Dies ließe sich wohl auch denken, wenn man nur eine die betreffenden Zellen und die Bläschenhäufchen vorwärts treibende Kraft nachweisen könnte. Auf die Möglichkeit, dass eine solche Kraft etwa von einer amöboiden Bewegung der Zellen abhängt, deuten die erwähnten Verhältnisse hin, wo den Zellen die Membran fehlt, aber theils sind diese Fälle lediglich als Fixirungserscheinungen — nur ein einziges Fixirungsmittel scheint solche Bilder hervorzurufen — oder irgend ein Ausnahmestadium zu betrachten, theils würden sie, selbst wenn sie das normale Verhältnis aufwiesen, in dieser Hinsicht keinen positiven Beweis liefern können. Eine andere Kraft, die man in Betracht ziehen kann, ist der Druck, welcher bei dem Wachsthum und den Theilungen der Zellen entsteht. Ob dieser indessen größer ist, als dass er nur der Vermehrung der Zwischensubstanz entspräche, ist nicht leicht zu entscheiden. Die besonders lebhafte Zelltheilung, die auch bei ausgewachsenen Individuen stattfindet, dürfte aber auch berücksichtigt werden müssen. Die Versetzungstheorie hat doch trotz alledem eine starke Stütze in den Verhältnissen bei *Waldheimia*. Bei der Behandlung dieser Form werde ich desshalb auf die Frage nach der Funktion der Bläschenhäufchen zurückkommen.

Das Epithel.

Das Epithel des Stieles (sensu stricto).

Das Bindegewebe ist mit einem Cylinderepithel bekleidet (Taf. VI, Fig. 1). Die Zellen dieses Epithels sind am Stiel nicht vollkommen

cylindrisch, sondern prismatisch, drei- bis sechseckig, häufig sind je zwei einander gegenüberliegende Seiten größer als die anderen, und die Zellen werden dadurch abgeplattet. Einigermaßen regelmäßig zeigt sich dieses Verhältnis nur nach dem Ende des Stieles zu, wo die Zellen (auf Querschnitten durch dieselben) in der Längsrichtung des Stieles gestreckt erscheinen (Taf. VII, Fig. 75), sowie auch am Bulbus, und zwar hier der Quere nach. Sonst sind sie annähernd gleichseitig (Taf. VII, Fig. 76). Die äußeren Enden der Zellen stehen nicht dicht an denen der herumliegenden Zellen, sondern konstant in einem deutlichen Abstande von einander (Taf. VII, Fig. 75—76). In ihrer Mitte sind die Zellen oft schmäler (Taf. VII, Fig. 68 u. 72), was jedoch wahrscheinlich von der Fixirung herrührt, da sie dann und wann bei entschieden guter Fixirung gleich dick sind (Taf. VII, Fig. 71). Das Epithel ist am distalen Theile des Bulbus am höchsten, und von da an nehmen die Zellen in beiden Richtungen an Höhe ab. Proximalwärts ist diese Verminderung eine bedeutende, so dass die Zellen an der Basis des Bulbus sehr klein und nicht länger als breit sind, distalwärts ist sie weniger stark und setzt sich nur eine kurze Strecke fort, wonach die Zellen dieselbe Länge haben, bis sie ungefähr an die Spitze des Stieles gelangen, wo sie an den zwischen den Fädchen befindlichen Cuticularverdickungen erheblich niedriger werden (Taf. VII, Fig. 69). Sie bestehen aus einer mehr oder weniger homogenen Grundsubstanz, die in der Längsrichtung der Zelle von Fasern durchzogen wird, welche in der Peripherie oft, aber nicht immer, dichter stehen (Taf. VII, Fig. 73—76). Der Kern ist länglich, liegt im Centrum der Zelle näher der Basis derselben oder näher der Peripherie, und ist auf guten Präparaten gar nicht schwer zu sehen (Taf. VII, Fig. 71—73). Mitunter scheint das Centrum der Zelle mit einem schwammigen, stark lichtbrechenden Protoplasma erfüllt zu sein, in welchem dann zahlreiche solche gelbe Körner vorhanden sind, wie sie in den Bindegewebszellen beschrieben wurden (Taf. VII, Fig. 74); auch sonst kommen die Körner oft vor (Taf. VII, Fig. 71). Die Begrenzung der Zelle gegen die Cuticula ist stets deutlich, wenn auch häufig uneben, weil die soeben erwähnten Fasern nach außen ungleich lang sein können. Ebenfalls reichen einige Zellen mit ihren äußeren Spitzen über die anderen hinaus (Taf. VII, Fig. 62, 68 u. 74). Nur an den obenerwähnten Cuticularverdickungen im Ende des Stieles sind sie nicht scharf vom Chitin abgesetzt, sondern die Fasern strecken sich dort oft etwas in dieses hinein. Die Zellen selbst, die dort bedeutend kürzer sind, sind noch

mehr faserig (Taf. VII, Fig. 69). Gegen das Bindegewebe ist die Grenze der Epithelzellen nie eine völlig ebene, sondern immer giebt es wenigstens einige, wenn auch äußerst winzige, Fortsätze. Diese, die mitunter recht ansehnlich und in lange Spitzen ausgezogen sind, entspringen aus den Fasern der Zellen und entweder sind sie unter einander frei, oder sämmtliche aus einer Zelle stammenden zu einer Spitze gesammelt. Bisweilen bilden die basalen Enden einiger benachbarter Zellen gemeinschaftlich eine Spitze, solchenfalls bekommt das ganze Epithel auf Schnitten ein zackiges Aussehen (Taf. VII, Fig. 68 u. 72—73). Da, wo die Struktur des Bindegewebes radiär ist, sind diese Fortsätze am längsten und verlieren sich ohne Grenze im Bindegewebe. Die beiden Gewebe werden also mit einander sehr eng verbunden, so dass es oft recht schwer hält zu entscheiden, was — von den Fortsätzen und Fibrillen der resp. Gewebe — zu dem einen oder zu dem anderen derselben gehört. Indessen bräunen sich die Epithelzellen stärker mit osmiumhaltigen Flüssigkeiten und die Fortsätze zeigen auch dieselbe Reaktion und dadurch lassen sie sich im Allgemeinen von der Bindesubstanz unterscheiden. Sonst färben sie sich gut mit Hämatoxylin und Boraxkarmin. Diese Fortsätze dürften besonders bei der Nahrungsaufnahme der Epithelzellen mitwirken und zugleich für das Befestigen der Cuticula am Bindegewebe große Bedeutung haben, indem sie das Epithel am Bindegewebe befestigen, während die Epithelzellen ihrerseits in Folge der Bildungsweise der Cuticula an dieser sicher befestigt sind. Im Zusammenhang damit wird auf Fig. 69—70, Taf. VII verwiesen, wo Schnitte durch zwei Cuticularverdickungen der Spitze des Stieles abgebildet sind. An der Spitze jeder Verdickung endigt ein Zellengang, und zu bemerken ist, dass die der Spitze am nächsten liegenden Epithelzellen größer, homogener sowie weniger faserig als die anderen sind und darin den Bindegewebszellen ähneln. Dass jene Zellen bei der Nahrungsaufnahme des Epithels thätig sind, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Das Epithel und das Bindegewebe können jedoch auf andere Weise mit einander in Verbindung stehen, indem die Bindegewebszellen unter gewissen Umständen in das Epithel übergehen. Siehe Näheres darüber bei der Besprechung des Längenwachsthums der Fädchen.

Fig. 75, Taf. VII stellt einige Zellen dar — die Zellen sind von ihren dem Chitin zugekehrten Enden gesehen —, die schmäler und dunkler sind und die neugebildet sein dürften. Zwischen mehreren Zellen giebt es verbindende Fortsätze, diese sind aber gerade

zwischen den neugebildeten und den benachbarten am zahlreichsten und zwei neugebildete liegen nie neben einander. Auch auf Längsschnitten durch das Epithel sind ähnliche junge Zellen sichtbar (Taf. VII, Fig. 68), doch scheint ihre Substanz dort weniger differenzirt als die der anderen; die Färbungsfähigkeit ist dieselbe starke. Sie sind offenbar durch eine Theilung schon vorhandener Epithelzellen entstanden.

Das Epithel der Haftfädchen.

Das Epithel der Fädchen ist von dem des Stieles sehr verschieden. Der Übergang geschieht an derselben Stelle, wo das Bindegewebe in das homogene Gewebe des Fädchens übergeht. In einem erwachsenen Fädchen stehen die Epithelzellen mit ihren Enden dicht an einander. Sie sind nicht faserig, sondern homogen, und die Kerne treten schärfer hervor (Taf. VII, Fig. 64—66). Die Zellen sind sowohl an der Cuticula als am Bindegewebe lose befestigt und fallen leicht weg, wenn man Schnitte mit freier Hand macht, sind aber mit einander stärker verbunden, so dass man mit feinen Secirnadeln größere zusammenhängende Stücke von Epithelzellen lostrennen kann. Am häufigsten ziemlich groß und mit geringem Inhalt sind sie so locker, dass sie sich leicht zu einer überaus dünnen, fast unkenntlichen Schicht zusammendrücken lassen, falls man das Fädchen bei dem Schneiden zu hart gepresst hat. Beim Übergange vom Stielepithel, sowie auch überhaupt bevor das Fädchen seine definitive Dicke erreicht hat, sind sie kleiner und ihr Inhalt dichter (Taf. VII, Fig. 67). An denselben Stellen erscheinen bisweilen die Kerne in doppelter Schicht liegend oder mehr oder weniger angehäuft (Taf. VII, Fig. 63), und es ist dann oft schwer zu entscheiden, wie die Zellgrenzen verlaufen; es sieht aus, als würde das Bild durch eine Kern- oder Zelltheilung verursacht. In sehr alten Fädchen, die nicht mehr in der Spitze wachsen, sucht man gewöhnlich vergeblich nach einem Epithel, oder es finden sich nur unbedeutende Reste davon.

Das Epithel an der Spitze des Fädchens und bei dessen erster Anlegung, wo es übrigens sehr verschiedenartige Fädchenepithele giebt, wird im Zusammenhang mit der Anlegung und dem Wachsthum der Fädchen behandelt werden.

Die Cuticula.

Die Cuticula des Stieles (sensu stricto).

Das Stielepithel wird überall von einer Cuticula bekleidet, die zu innerst am Grunde der Kapsel sehr dünn, gegen die Stielspitze hin immer dicker wird, dort eine ziemlich ansehnliche Mächtigkeit erreicht und von den Fädchen, die eine Art Fortsätze vom Stiel sind, durchzogen wird. Dadurch, dass an der Cuticula in der Spitze des Stieles auch zwischen den Fädchen neue Chitinsubstanz von innen fortwährend abgesetzt wird, entsteht eine ziemlich dicke, homogene Chitinbildung, einem Fachwerke vergleichbar, dessen Fächer den Boden durchbrechen und sich nach außen verschmälern. Auf Längsschnitten durch den Stiel sehen die Verdickungen wie nach innen gekehrte Cuticularpapillen aus. Im äußersten Theil der Fächer liegen die Fädchen eingesenkt und ihr Bindegewebe steht also mit dem des Stieles in Verbindung (Taf. VI, Fig. 1 *x*). Ausnahmsweise kann die Cuticula eine starke Entwicklung an der Ventralseite des Bulbus zwischen den beiden Dorsalmuskeln erreichen (Taf. VIII, Fig. 79); sonst pflegt die Cuticula ringsum auf einem Querschnitte überall am Stiel dieselbe Dicke zu haben. Vom Stiel geht sie auf die Innenseite der Kapsel über. An den Ventral- und Lateralseiten ist sie bis an den Ring hinauf dünn, während sie sich an der Dorsalseite verdickt, allein auch hier erreicht sie erst am Ring eine bedeutendere Dicke (Taf. VI, Fig. 1 *rg*). Das Epithel setzt sich dann in dasjenige fort, von welchem die Schale abgesondert wird. An jungen Individuen scheint die Cuticula der Kapsel in den äußersten Theil der Schale überzugehen, an älteren aber ist diese Verbindung gewöhnlich durch Abnutzung vertilgt (Taf. VI, Fig. 15 *h*).

Die Stielcuticula besteht aus zwei Hauptschichten: der äußeren Schicht und der eigentlichen Hauptschicht, dem Stielchitin. Letzteres, das den bei Weitem größten Theil ausmacht, ist fast durchscheinend, homogen und färbt sich mehr oder weniger mit Hämatoxylin, mit Eosin aber gar nicht, wenigstens nicht haltbar. Die äußere Schicht ist sehr dünn, bräunlich, und färbt sich intensiv mit Eosin, nicht mit Hämatoxylin. Sie erweist sich beim Seciren nicht merklich elastisch; meistentheils ist sie, namentlich gegen die Spitze des Stieles, quergefaltet (Taf. VII, Fig. 77 u. 78 *äucut*); sehr selten kommen Längsfalten vor. Die Innenschicht ist koncentrisch gelagert (Taf. VI,

Fig. 27; Taf. VIII, Fig. 90), nicht zähe, unbedeutend, aber doch merkbar elastisch. Wenn man dieselbe auf Schnitten von lebenden Stielen mittels Nadeln zu zerreißen versucht, so geschieht das am leichtesten in tangentialer Richtung und auch in radiärer gut, schwer aber in irgend einer von diesen zwei mehr abweichenden Richtung. Die inneren (= jüngeren) Schichten zeigen sich dabei merklich weicher als die äußeren.

Die Cuticula ist am dünnsten im Grunde der Kapsel, und zwar so dünn, dass es sich schwer entscheiden lässt, ob es die äußere Schicht oder die Hauptschicht ist, die sich dort befindet, allein es dünkt mir doch, als wäre es die äußere, da sich diese an demjenigen Punkte vorüber, wo man nunmehr nur eine Art von Substanz unterscheiden kann, fortzusetzen scheint.

Das Chitin wird, wie gesagt, schichtenweise vom Epithel gebildet. Jede neue Schicht entsteht unter der schon vorhandenen und ist länger als diese, wobei der hinausragende Theil am weitesten basalwärts liegt. In Folge dessen wird das Chitin dicker gegen das Stielende, so dass jede der äußersten Schichten älter ist als die benachbarte, der Basis näher liegende. Auch die ältesten Schichten sind noch vorhanden und werden nicht zerstört, wie aus Fig. 85, Taf. VIII sowie daraus, dass die Hautschicht sich stets als eine ununterbrochene Schicht an der Außenseite der anderen findet, hervorgeht[1]. Dass diejenigen cylinderförmigen Schichten, welche sich rings um einen kleinen Stiel zuerst bilden, nachher so sehr ausgedehnt werden können, dass sie, ohne weggesprengt zu werden, um einen mehrmals dickeren, ausgewachsenen herumreichen, dies bekundet eine ziemlich eigenthümliche Konsistenz des Chitins. Ohne mich auf irgend welche Theorien zur Erklärung dieses Verhältnisses einzulassen, will ich hier auf einen Umstand aufmerksam machen, der bei einem solchen Versuche zu berücksichtigen ist, nämlich dass die äußersten Schichten am härtesten sind, während die inneren deutlicher sind und nach außen immer mehr verschwinden. Zu äußerst können keine Schichten mehr unterschieden werden, falls sie nicht von den weiter unten zu besprechenden Körnerschichten verdeutlicht werden (Taf. VII, Fig. 77; Taf. VIII, Fig. 85 u. 91).

[1] Hieraus folgt unzweideutig, dass das Längenwachsthum des Stieles nothwendig an seiner Basis stattfindet, und also z. B. das Bulbusbindegewebe bei jungen Individuen mit der Zeit in ein peripheres Bindegewebe umgewandelt werden muss.

Noch sonderbarer erscheint es indessen, dass die Hautschicht in die Chitinschicht hinein gefaltet ist, obgleich man erwarten könnte, sie straff ausgespannt zu finden (Taf. VII, Fig. 77—78). Der lange, in seinem Inneren stark muskulöse Stiel von *Lingula* (siehe **10** u. **22**) ist in hohem Grade zusammenziehbar, seine Cuticula weist auch dieselben beiden Haupttheile wie *Terebratulina* auf und diese zeigen dieselben resp. Reaktionen. Auf einem Längsschnitt durch einen erhärteten und also wahrscheinlich kontrahirten Stiel dieser Form ist die äußere Schicht noch stärker gefaltet als bei *Terebratulina* (Taf. VIII, Fig. 84), und ich vermuthe desshalb, dass die Ursache der Falten dieser letzteren, deren Stiel nicht willkürlich zusammenziehbar ist, vielleicht darin liegt, dass die Chitinsubstanz der unteren Schicht auf irgend eine Weise geschrumpft ist und zwar in höherem Grade als die äußere Schicht, wodurch sich diese in der Weise gefaltet hat, wie es die Präparate zeigen. Jedenfalls ist die Bildung eine sekundäre, da sie in der Nähe der Basis weder bei jungen noch bei alten Individuen so reichlich vorkommt, und bei jungen auch nicht so stark wie bei älteren entwickelt ist.

Es ist früher hervorgehoben worden, dass die Cuticula vom Epithel gebildet wird, nicht aber auf welche Weise. In den meisten Fällen veranlasst ihr Bau keine andere Vermuthung, als dass sie durch eine Sekretion vom Epithel gebildet würde, mitunter erblickt man aber Bilder, die deutlich darthun, dass dies nicht der Fall sein kann, sondern dass die Cuticula durch eine allmähliche Chitinisirung der Spitzen der Epithelzellen zu Stande kommt. Fig. 81, Taf. VIII — Querschnitt durch Epithel und Cuticula ungefähr mitten am Stiel — stellt ein solches Bild dar. Die Cuticula ist hier nicht in jeder Schicht homogen, sondern zeigt eine radiäre Streifung, eine Fortsetzung der Epithelzellen nach außen. Diese sind freilich sowohl durch Färbung als durch den Kontour der Spitze von der Cuticula gut abgegrenzt, außerhalb jeder Zelle erscheint aber, wie gesagt, im Chitin, eine radiär gestellte Bildung von derselben Breite wie die Zelle, die Faserigkeit derselben wiederholend und in gleicher Entfernung von den benachbarten Bildungen liegend, wie die entsprechende Zelle von ihren benachbarten Zellen. Die Zwischenräume sind mit einer hellen Chitinmasse erfüllt. Diese Struktur verliert sich nach außen. Etwas öfter kann man ein Gebilde zu sehen bekommen, welches diesem ähnelt, wo aber die Fortsätze der Epithelzellen durch die koncentrische Schichtung abgetheilt sind (Taf. VIII, Fig. 82). Noch öfter beobachtet man fast dieselbe Sache

wie im ersteren Falle, wenn man die nach einwärts gerichteten Chitinverdickungen in der Stielspitze untersucht, nur dass dort die den Fasern jeder Epithelzelle entsprechende Streifung gewöhnlich nicht zu sehen ist, d. h. man kann nur die aus jeder Zelle stammenden Chitintheile von einander unterscheiden (Taf. VIII, Fig. 83). Hier setzt sich häufig eine an den Epithelzellen beginnende Streifung durch die ganze Papille fort. Dass die Streifung auch hier durch keine koncentrische Ablagerung entstanden ist, ist offenbar, da sie nicht der Oberfläche der Cuticula parallel geht, sondern die an der Spitze der »Fachwand« befindlichen Zellen in ihrer Längsrichtung von der Streifung unmittelbar fortgesetzt werden.

Diese radiäre Streifung hätte unmöglich entstehen können, wenn die Cuticula ausschließlich auf eine Sekretion zurückzuführen wäre, wohl aber, wenn die äußeren Theile der Epithelzellen allmählich oder periodenweise chitinisirt werden. Dass das betreffende Gebilde sich so selten wahrnehmen lässt, muss davon abhängen, dass, obgleich die Grundlage der Cuticulabildung eine Chitinisirung von Epithelzellen ist, dennoch irgend eine Art Sekretion oder Bildung mehr lockerer Substanz stattfindet, die das Ganze zu einer homogenen Masse zusammenkittet. Ein solcher Vorgang muss auch aus dem Grunde stattfinden, weil die Epithelzellen mit ihren Spitzen nicht dicht zusammenstehen, sondern gewisse Zwischenräume unter sich lassen, welche bei der Cuticulabildung auf irgend eine Weise erfüllt werden müssen. Es braucht dies natürlich durch keine sehr leichtfließende Flüssigkeit zu geschehen, sondern nur dadurch, dass gerade so viel flüssigkeitsführende Substanz (= das Sekret) sich in der Chitinsubstanz bildet, dass die sich chitinisirende Epithelzellspitze durch deren Aufnahme hinreichend anschwillt, um sich mit den angrenzenden vereinigen zu können. Eine ausschließliche Chitinisirung der Epithelzelle kann diese nicht erweitern, und eine Art Sekretion findet also statt, sobald der chitinisirte Theil dicker als der lebende ist. Der Umstand, dass, wenn die Cuticula vom Bindegewebe losgerissen wird, die Epithelzellen zum größeren Theil derselben mitfolgen, muss ein Resultat der Chitinisirung der Zellen sein und dient also zur Stütze meiner Auffassung. Würde das Chitin ausschließlich durch Sekretabsonderung gebildet, so sollte die Verbindung mit den Epithelzellen eine so lose sein, dass theils bei einem Losreißen diese am Bindegewebe zurückbleiben müssten, theils dieses Losreißen so leicht vor sich gehen könnte, dass bei einem

nicht allzu leisen Zerren am Thiere die Chitinhülle sich vom Stiele loslöste und das Thier mithin frei würde, was indessen gar nicht der Fall ist. Ferner lässt sich das Chitin beim Seciren eines Schnittes leichter in radiärer als in schräger Richtung zerreißen, was ja ebenfalls eine Stütze für meine Theorie von der Chitinbildung liefert.

Oft findet man im Chitin eine Art von Körnern (= die »gelben Körner«) eingelagert, die bisweilen größer und sogar tropfenähnlich sind (Taf. VII, Fig. 78; Taf. VIII, 85 u. 89 *gkr*). Sie sind in natürlichem Zustande gelb und färben sich intensiv mit Eosin, nicht aber mit Hämatoxylin und stimmen also hinsichtlich der Färbungsreaktion mit der äußeren Schicht der Cuticula überein. Auch Osmium schwärzt beide Gewebsschichten. Die Körner sind hauptsächlich derart eingelagert, dass sie in Schichten, die der koncentrischen Lagerung entsprechen, am dichtesten liegen; sie kommen aber auch mehr vereinzelt vor. Bald laufen die Körnerschichten basal in die Hautschicht aus (Taf. VIII, Fig. 91), bald scheinen einzelne Körner oder Tropfen wie mit dieser verschmolzen (Taf. VII, Fig. 78).

Nicht selten findet man im Chitin Epithelzellen eingebettet, die, vereinzelt oder in größeren oder kleineren Anhäufungen liegend, noch immer ihre Färbungsfähigkeit fast in eben so hohem Grade wie lebende Zellen beibehalten (Taf. VIII, Fig. 90 *ep''*). Man muss sich wohl dann denken, dass diese Zellen aus irgend einer Ursache es nicht vermocht haben, sich zu chitinisiren, und also zuerst von den Seiten her, dann von unten mit Chitin umgeben worden sind. Ob sie dabei in eben so hohem Grade wie die übrigen Zellen derselben Schicht von unten an Größe zugenommen haben und der untere Theil sein Chitinisirungsvermögen hat wieder bekommen können, oder ob sie sich an der Basis abgelöst haben und neue Zellen unter ihnen entstanden sind, oder ob es auf noch irgend eine andere Weise zugegangen ist, das ist nicht leicht zu entscheiden. Nur ihre Form hat eine Veränderung erlitten, indem sie von der umschließenden Masse zusammengepresst worden sind.

Außer diesen freilich nicht immer vorhandenen, aber doch, wenn ich so sagen darf, typischen Verhältnissen des Chitins will ich hier noch ein Gebilde hervorheben, das nicht selten zu finden ist. Dasselbe erscheint als radiäre, unregelmäßige Flammen, welche einer Sammlung von Spalten in hohem Grade ähnlich sind (Taf. VIII, Fig. 80). Da das Gebilde aber auf sowohl Längs- als Querschnitten durch die Cuticula von gleicher Beschaffenheit ist, so kann es sich hier nicht

um abgeplattete Bildungen, sondern um runde, und also nicht um Spalte handeln. Übrigens, wenn Schnitte, in welchen die in Rede stehenden Bildungen vorhanden sind, wasserfrei gemacht und mit Äther oder Toluol durchtränkt werden, wonach man die resp. Flüssigkeit unter dem Deckglas verdunsten lässt, so dass der Verlauf unter dem Mikroskope kontrollirt werden kann, so stellt es sich heraus, dass sie, weit entfernt Höhlungen zu sein, vielmehr eine mindestens eben so feste Konsistenz haben wie das Chitin im Übrigen. Die Ursache und Weise ihrer Entstehung kann ich nicht erklären.

Betreffs der Bildung der äußeren Schicht des Stieles giebt es keine entscheidenden Anhaltspunkte. Am einfachsten wäre anzunehmen, dass sie auf dieselbe Weise wie das übrige Stielchitin gebildet wird. Ihre verschiedene Reaktion könnte solchenfalls etwa auf einer direkten Berührung mit dem Meerwasser beruhen. Hierfür spricht, dass auch diese Schicht am Ende des Stieles dicker als an seiner Basis ist und auch dass die Grenze zwischen den beiden Schichten an der Basis so schwer zu erkennen ist. Wenn ihre Bildung auf der Einwirkung des Meerwassers beruht, so wird man sich wohl leicht genug davon überzeugen können, indem man Theile dieser Schicht von den Stielen lebender Thiere entfernt und nach einiger Zeit Schnitte durch derart beschädigte Flecken untersucht. Haben diese dann eine Bedeckung von der Natur der äußeren Schicht bekommen, so wird die Sache ziemlich klar. Außer durch Chitinisirung der Spitzen der Epithelzellen kann man sich die Außenschicht ausschließlich durch Sekretbildung von den der Stielbasis am nächsten liegenden Epithelzellen entstanden denken. Dafür spricht die Ähnlichkeit ihrer Reaktion mit den tropfenähnlichen Bildungen im Chitin, welche ihrerseits kaum etwas Anderes als Sekretionsprodukte sein können.

Noch eine Chitinbildung — oder vielleicht Chitinmissbildung — ist hier zu erwähnen. Nicht selten finden sich, im Inneren des Bindegewebes gelegen, in der Nähe der Stielspitze und zwar gewöhnlich zwischen ihren Chitinverdickungen gerundete, häufig sphärische Chitinbildungen, die von Epithelzellen umgeben sind, welche den diese Chitinverdickungen bekleidenden am meisten ähneln. Ich habe diese Gebilde niemals mit der Stielcuticula zusammenhängend gesehen. Im Centrum der Sphären ist fast immer ein unregelmäßiger Körper vorhanden, ich kann jedoch nicht sicher entscheiden, was derselbe gewesen oder nunmehr ist. Das Chitin der Sphären ist gewöhnlich »homogenes Stielchitin«, hat aber doch mitunter eine oder mehrere scharf umgrenzte, lichtbrechende Schichten von einer durch

Eosin färbbaren Substanz, oder sie können ausschließlich aus solcher bestehen (Taf. VIII, Fig. 86—88).

Die Cuticula der Haftfädchen.

Wie das Epithel der Fädchen, obgleich eine direkte Fortsetzung desjenigen des Stieles, von diesem sehr verschieden ist, so ist auch ihre Cuticula von jener des Stieles verschieden. Die Hauptmasse besteht aus dünnen, koncentrischen Schichten feiner, längsgehender Fibrillen und ist gleich dem Chitin des Stieles mit einer dünneren Außenschicht bekleidet. Beim Seciren lässt sich die Fibrillensubstanz leicht zerzupfen und erscheint dann überaus fibrillär. Sie ist mehr oder weniger dunkel gelbbraun, färbt sich intensiv mit Eosin, aber gar nicht mit Hämatoxylin. Osmium macht sie noch dunkler und vermindert ein wenig ihre Eigenschaft, sich mit Eosin zu färben. Dass es sich um Fibrillen und nicht nur um dünne koncentrische Schichten handelt, sieht man am deutlichsten auf Flächenschnitten durch die Basis eines Fädchens (Taf. VIII, Fig. 100 *fbc*). Die Fibrillen sind nicht in jeder Schicht vollkommen gerade, sondern zumeist etwas wellig (Taf. VIII, Fig. 107). Sie sind ziemlich zähe und elastisch, wodurch die Fädchen gegen Zerreißen sehr widerstandsfähig werden, und die Fibrillensubstanz bildet eben den festen Theil des Fädchens. Allein dabei ist erforderlich, nicht nur dass das Fädchen selbst stark, sondern auch dass es an irgend einem festen Gegenstande gut befestigt ist, und bei dem Zustandebringen dieser Befestigung ist gerade die Außenschicht der thätige Theil des Fädchens. Diese bedeckt die Außenseite der Fibrillenschicht und ist von ganz anderer Beschaffenheit. Sie ist strukturlos, an der Außenseite mehr oder weniger uneben bis rauh und häufig mit fremden Bestandtheilen imprägnirt (Taf. VII, Fig. 65). Ferner ist sie hell, stark lichtbrechend, nicht zähe noch elastisch, dicker als die äußere Schicht des Stieles und nicht gefaltet. Sie ist nicht völlig homogen, denn die äußeren Schichten sind bisweilen dunkler, gehen aber ohne Grenze in die inneren über. Sie bedeckt das ganze Fädchen von seinem Austritt aus dem Stiele an ringsum, auch die Spitze selbst. Überall, wo das Fädchen während seines Wachsthums mit einem Gegenstande in Berührung kommt, wenigstens wenn er gegen denselben gedrückt oder geklemmt wird, legt sich die Außensubstanz, welche dann wohl noch etwas flüssig ist, in alle Unebenheiten hinein oder denselben entlang und befestigt in dieser Weise, wenn sie erstarrt ist, das Fädchen sehr stark an den betreffenden Gegenstand. Häufig

sind Fädchen auch unter einander verklebt und zwar so, dass man auf einem Schnitte durch zwei solche die Grenze zwischen ihnen nicht sicher bestimmen kann. Am allerdeutlichsten tritt die weiche, plastische Konsistenz der Außenschicht hervor, wenn sich das Fädchen durch seine Fähigkeit, den Kalk aufzulösen (worüber Näheres im Folgenden), sich in Brachiopodenschalen hineinbohrt. »Diese bestehen« (VAN BEMMELEN 1, p. 109) »hauptsächlich aus einer Schicht langer, platter Kalksäulchen, die in Bezug auf Außen- und Innenfläche eine sehr schräge Lage haben, und in dünnen, durchsichtigen Blättern zusammenhängen.« Diese Kalksäulchen sind von dünnen Häutchen organischer Substanz umgeben. Fig. 108, Taf. VIII zeigt, wie eine längsgeschnittene Fädchenspitze, die in einer Brachiopodenschale befestigt gewesen ist, aussieht, nachdem aller Kalk entfernt worden ist (vgl. auch Fig. 120—121, Taf. IX, die entsprechende Figuren einiger Haftpapillen von *Waldheimia* darstellen). Die Substanz ist hier in lange Fasern oder in kurze Leisten ausgeflossen, — je nachdem sie die Kalksäulchenschichten vom Ende oder von der Seite her getroffen — indem sie den durch den ausgelösten Kalk entstandenen leeren Raum ausgefüllt hat. Die leeren Häutchen von organischer Substanz, mit welchen die Kalksäulchen umgeben gewesen sind, haben das weitere Vordringen des Chitins verhindert. In diesen befestigenden Gebilden betheiligt sich niemals die Fibrillensubstanz.

Zwischen der Außenschicht und der Fibrillenschicht kommt häufig eine Substanz vor, die in ihrem Aussehen dem Stielchitin ähnlich ist und ungefähr auf dieselbe Weise wie dieses von den verschiedenen Farbstoffen tingirt wird (Taf. VII, Fig. 64 *kch*).

An der Basis der Fädchen ungefähr in gleicher Höhe mit dem Anfang der ältesten, d. h. äußersten Fibrillenschicht und außerhalb dieser bis an den Austritt des Fädchens aus dem Stiel selbst findet sich eine eigenthümliche Substanz, die den Fädchen angehört, obgleich sie nicht außerhalb der Oberfläche des Stieles auftritt (Taf. VII, Fig. 63 *kch*). Sie besteht aus einer oder zwei Substanzschichten, von der Oberfläche gesehen dicht an einander liegenden Kuchen ähnelnd (Taf. VIII, Fig. 100 *kch*). Auf einem Längsschnitte eines Fädchens sieht man, dass diese Kuchen mit einander zusammenhängen. Zwischen den Schichten, wenn es deren mehr als eine giebt, liegt häufig eine Substanz, die dem Stielchitin ähnlich sieht. Die Kuchen sind nach außen napfähnlich gewölbt, enthalten eine Anzahl feiner Körner und färben sich zwar mit Eosin, mit Hämatoxylin aber nicht. Diese Außenschicht ist rings um sämmtliche Fädchen, die

ältesten (= die am meisten centralen) ausgenommen, vorhanden. Letztere zeigen dagegen eine andere Eigenthümlichkeit, indem sie etwas außerhalb des Stieles von einer, wie es scheint, direkten Fortsetzung eines wirklichen Stielchitins bekleidet sind (Taf. VIII, Fig. 104 *cut*).

An demjenigen Theile des Fädchens, der innerhalb des Stieles liegt, giebt es zwar nach außen eine scharfe Grenze sowohl zwischen den Fibrillen- als zwischen den Kuchenschichten und das Stielchitin; allein eine bestimmte Grenze zwischen der Fibrillenschicht und den gleichzeitig gebildeten, d. h. in der Längsrichtung der Fibrillenschicht liegenden Schichten des Stielchitins besteht nicht. Sogar an Präparaten, die mit Hämatoxylin und Eosin, welche Farbstoffe jeder nur eine Substanz färben, tingirt worden sind, verliert sich die rothe Fibrillensubstanz vollständig in dem blauen Stielchitin. Auch beginnt die Fibrillenbildung nicht an einer gewissen Linie ringsum, sondern in der einen Schicht ragen die Fibrillen, in der anderen das Stielchitin weiter hervor, so dass die verschiedenen Substanzschichten abwechselnd in einander eingreifen (Taf. VII, Fig. 77; Taf. VIII, Fig. 104). Auf den mit Eosin-Hämatoxylin gefärbten Längsschnitten durch Stielspitzen sieht man häufig da, wo eine Fädchenbasis median getroffen ist, dass einige Schichten des sonst blaugefärbten Stielchitins dem Fädchen zunächst roth sind und mit einer blaurothen Abstufung nach außen. Es hat den Anschein, als hätte ein Theil desjenigen Stoffes, welcher für die Farbenreaktion maßgebend ist, sich von der Fibrillenschicht ins Chitin hinaus verbreitet. Fig. 77, Taf. VII dürfte dies einigermaßen veranschaulichen, obwohl die Farben nur durch Abschattirung angedeutet sind (vgl. des Näheren die Erklärung der Abbildung).

Reaktionen der Cuticula gegen Säuren und Alkalien.

Auch in anderen Hinsichten als in der Färbung zeigen die einzelnen Cuticularbildungen eine sehr verschiedene chemische Beschaffenheit. Wenn man einen Stiel sammt den darin befestigten Fädchen eine Weile in verdünnter Salzsäure kocht, so löst sich alles Stielchitin, während die Fibrillensubstanz der Fädchen nur etwas aufquillt, wobei die Außenschicht häufig zu Ringen zerspringt. Zuerst hängen die Fädchen an ihren Basen zusammen, allein auch dieser Zusammenhang löst sich beim fortgesetzten Kochen. Die Fibrillensubstanz behält nach dem Auswaschen zum Theil ihre Affinität für Eosin, verliert aber ihre Elasticität und Zähigkeit. Kocht

man dagegen einen solchen Stiel in Kalilauge, so wird das Resultat ein fast entgegengesetztes. Dann bleiben das Stielchitin sowie die Außen- und Kuchenschichten ungelöst zurück, während der größere Theil der Fibrillensubstanz aufgelöst wird. Die äußere Schicht des Stieles wird von Kalilauge nicht gelöst. Wie sie sich der Salzsäure gegenüber verhält, habe ich nicht entscheiden können, da, wenn das übrige Stielchitin aufgelöst worden ist, es wohl kaum möglich wäre, die dünne, auch wenn sie übrig wäre, nunmehr überdies durchsichtige Außenschicht aufzufinden. Das Stielchitin, dessen Form bei der Kalilaugebehandlung sich nur wenig verändert, wird jedoch zerbrechlicher und bekommt eigenthümlicherweise nach dem Auswaschen die Eigenschaft, sich mit Eosin, wenn auch nicht besonders stark, zu färben. Also reagiren das Stielchitin und die Fibrillensubstanz der Fädchen auf entgegengesetzte Weise gegen Alkalien resp. Säuren, während die Außenschicht der Fädchen von keinem dieser Reagentien aufgelöst wird. Kali- und Natronlauge wirken unter einander auf dieselbe Weise, eben so Salz- und Salpetersäure. Königswasser löst alle Chitinschichten vollständig auf. Kalte Reagentien wirken auf dieselbe Weise wie heiße, aber nicht so kräftig und schnell.

Über die Entwicklung der Haftfädchen.

Das Längenwachsthum der festen Substanz (= des Chitins oder der Cuticula) der Fädchen geschieht in der Spitze, d. h. distal, und dies ist für das Vollziehen der Funktion der Fädchen — das Befestigen des Thieres — offenbar nothwendig. Diese Aufgabe lässt sich in zwei theilen: 1) das Befestigen des Thieres an der Unterlage — vorzugsweise aktive Arbeit — und 2) das Festhalten des Thieres an der Unterlage — passive Arbeit. Für beide Fälle eignet sich das Spitzenwachsthum. Was das aktive Befestigen betrifft, so ist es einleuchtend, dass gerade die Spitze des Fädchens das Befestigen ausführen muss, und dass sie dabei, um diesen Dienst gehörig verrichten zu können, so plastisch wie möglich sein muss, wie sie dies denn auch während ihrer Entstehung in höherem Grade als nach deren Aufhören ist. Nun kann sie erst an einer Stelle haften und dann allmählich von einer zur anderen fortsetzen. Fände das Wachsthum an der Basis statt, so müsste diese nothwendig weniger widerstandsfähig sein und das Fädchen dort beim Ziehen leicht zerreißen, während dagegen, wenn die wachsende Spitze beschädigt wird, sich dies leichter und schneller ohne großen Verlust an Material

dadurch repariren lässt, dass ein neuer Zuwachspunkt gebildet wird; sobald das Fädchen sich einmal befestigt hat, so ist es überall stark.

Die Dicke, welche die Fädchen zur Zeit der Anlegung besitzen, behalten sie fortan. Die Cuticula nimmt zwar an Dicke zu, aber durch Apposition von innen her, und ohne dass die äußeren Schichten erweitert werden, dafür vermindert sich das Volumen des Bindegewebes im Inneren des Fädchens. Nur in vereinzelten Fällen ändert sich der Diameter des ganzen Fädchens, indem es sich verschmälert oder bisweilen sogar dicker wird (Taf. VIII, Fig. 103). Diese Ausnahmen dürften davon abhängen, dass der Zuwachspunkt beschädigt oder die Nahrungsverhältnisse in erheblicherem Maße verändert werden oder dass andere Unregelmäßigkeiten auftreten.

Junge (= im Wachsthum begriffene) Fädchen und Fädchenspitzen sind viel heller als ältere, weil in jenen die braune Fibrillensubstanz sich noch nicht entwickelt und dem Ganzen bis jetzt keine Farbe verliehen hat, sie sind desshalb sogar mit Hilfe nur einer Lupe leicht zu unterscheiden. An der Mehrzahl der Stiele sind wenigstens einzelne Fädchen in Anlegung oder im Wachsthum begriffen und diese Erscheinungen scheinen nicht auf eine bestimmte kürzere Jahreszeit beschränkt zu sein. Ich habe Thiere, bei denen einige Fädchen in lebhaftem Wachsthum begriffen waren, in den Monaten April, Mai, Juni, Juli und August wahrgenommen; Individuen, sicher in anderen Monaten als in diesen eingesammelt, haben mir nicht zu Gebote gestanden. Die größte Anzahl auf einmal in Anlegung begriffener Fädchen, die ich je an einem und demselben Individuum gesehen habe, betrug drei Stück. Da es aber ohne vollständige Schnittserien durch Stiele, die mit mehreren solchen Fädchen versehen sind, schwer zu konstatiren ist, ob nicht deren noch mehr gleichzeitig vorhanden sind, und da ich zu diesem Zwecke solche Stiele nicht habe aufopfern wollen, so kann ich nicht mit Sicherheit sagen, ob nicht etwa noch mehr derselben sich zu gleicher Zeit anlegen können. Indessen beläuft sich die gewöhnliche Zahl, die auf einmal angelegt wird, auf ein oder zwei Fädchen. Da es außerdem recht häufig vorkommt, dass man gar keines in Anlegung begriffen findet, so dürfte anzunehmen sein, dass nicht hinreichend viele Fädchen sich entwickeln könnten — die Gesammtzahl kann bis über 100 betragen — wenn die Anlegungszeit nicht auf den größeren Theil des Jahres vertheilt wäre. Was das Wachsthum der Fädchen betrifft, so ist es hinsichtlich seiner Erscheinungen, wie wir späterhin sehen werden, der Anlage so ähnlich, dass ich

annehmen muss, dass es unter denselben Bedingungen und zu denselben Zeiten wie diese vor sich geht, wenn es auch länger fortdauert. Dass junge Fädchenspitzen häufiger als Fädchenanlagen sind, liegt in der Natur der Sache. Sowohl junge Fädchenspitzen als junge Fädchen sind an der Peripherie des Fädchenbündels zu suchen, da, wie wir wissen, ihre Anlegung centrifugal verläuft.

Wenn sich ein Haftfädchen bilden soll, werden die Epithelzellen des Stieles an der Anlegungsstelle verlängert und gleichzeitig gerathen die darunter liegenden Bindegewebszellen in lebhaftere Thätigkeit (Taf. VI, Fig. 25). Die Anzahl letzterer Zellen im Verhältnis zum Volumen der Bindesubstanz wird gesteigert und diese Substanz wird verdrängt oder zum Theil von den Zellen aufgelöst (Taf. VI, Fig. 20). Die Streifung der Epithelzellen verschwindet, mit ihren Enden — wenigstens den äußeren (Taf. VI, Fig. 27 *a*) — rücken sie näher an einander, und in ihren Spitzen sammelt sich eine große Menge kleiner, gelber, durch Eosin färbbarer Körner, den früher erwähnten, in den Zellen vorkommenden ähnelnd. Allmählich senken sich die sich immer mehr verlängernden Epithelzellen in Form eines gerundeten Fortsatzes in die Cuticula hinein, und der hinter ihnen entstandene Raum wird von dem nachfolgenden Bindegewebe eingenommen, das dem gewöhnlichen Fädchenbindegewebe ähnlicher wird, und dessen Zellen mit dem Epithel in enge Verbindung kommen. Wenigstens scheinen oft Zellengänge gleichsam direkt in dieses zu münden (Taf. VIII, Fig. 93 u. 98). Nach und nach setzt sich rings um die derart gebildete Fädchenanlage die oben erwähnte Schicht »kuchenähnlicher« Substanz ab (Taf. VI, Fig. 27 *kch*) und erst wenn die Stielcuticula fast durchbrochen ist, fängt die Bildung der Fibrillensubstanz an. Die Epithelzellen, welche diese bilden, sind indessen wiederum niedriger und von mehr lockerem Aussehen, anfänglich mitunter gerundet und in ein paar Schichten liegend (Taf. VII, Fig. 63 *ep'*).

Wie bereits früher gesagt, legen sich die Fädchen an der Grenze zwischen dem centralen und dem peripheren Bindegewebe an, und zwar so, dass die Fädchenanlage nur auf dem peripheren ruht. Die Ursache dazu mag etwa sein, dass die periphere Bindesubstanz eine andere chemische Beschaffenheit als die centrale hat und während der Bildung des Fädchens durch die Thätigkeit ihrer Zellen zum Theil aufgelöst wird und dem Fädchen Nahrung liefert, wonach an deren Stelle faseriges (centrales) Bindegewebe entsteht, welches, weil wegen des geraderen Verlaufes seiner Zellengänge besser leitend, in

einem vorgeschritteneren Stadium, wo das Fädchen eine gleichmäßige und ununterbrochene Nahrungszufuhr nöthig hat, mehr geeignet ist.

Fig. 28 und 30, Taf. VI zeigen mediane Längsschnitte durch wachsende Fädchenspitzen. Zu äußerst ist das gleichdicke Fädchen von der Außenschicht bekleidet, die nach innen oft in die vorher besprochene homogene Zwischenschicht übergeht (Taf. VI, Fig. 30 *hch*). Die Außenschicht bekleidet die ganze Fädchenspitze. Die Fibrillenschicht ist das innerste aller Cuticulargebilde und reicht verschieden weit an verschieden stark wachsenden Fädchen. Erst wenn das Wachsthum zu Ende ist, reicht sie bis an die Spitze. Innerhalb der Fibrillenschicht liegt das Epithel, welches in dem fertigen Fädchen (Taf. VII, Fig. 64—65) ziemlich niedrig, gegen die Stielspitze allmählich höher wird und sodann häufig ganz plötzlich sich noch mehr vergrößert (Taf. VI, Fig. 29). Unter der Spitze selbst erreichen die Epithelzellen ihre größte Entwicklung und sind besonders dort zum größeren oder geringeren Theil mit feinen Körnern erfüllt und ähneln den entsprechenden Zellen im Durchbruchstadium. Namentlich gegen die Mitte des Epithels der Fädchenspitze sammeln sich die Bindegewebszellen und stehen dort in deutlicher und starker Verbindung mit den Epithelzellen, so dass das Bindegewebe auch an mit freier Hand gefertigten, nicht auf den Objektträger aufgeklebten Schnitten ziemlich fest an dem Epithel an dieser Stelle haftet. Mitunter scheinen sie, wie auch im Durchbruchstadium, an diesem Punkte mit dem Epithel in einer so engen Verbindung zu stehen, dass es manchmal sogar den Anschein hat, als wanderten sie in das Epithel hinein (Taf. VI, Fig. 28 *zz*). Bisweilen ist das Epithel hier ziemlich niedrig; die Zellen, welche man dann findet, sind zum Theil mehr gerundet und ohne irgend welche deutliche Ordnung dichter angehäuft (Taf. VI, Fig. 24). Wenn das Fädchen in lebhaftem Wachsthum begriffen ist, so ist die Cuticula in der Spitze selbst bisweilen eine höchst unbedeutende oder fast keine, gleichviel wie das Epithel beschaffen ist (Taf. VI, Fig. 30).

In der Hauptsache ist, wie wir sehen, die Fädchenspitze gleich, sei es, dass sie die Stielcuticula durchbohrt hat oder nicht. Die wesentlichen Verschiedenheiten, welche vorhanden sind, lassen sich immer auf verschiedenartige äußere Einflüsse zurückführen. Die Kuchenschicht in dem einen Falle entspricht der Außenschicht in dem anderen.

Oben wurde nachgewiesen, dass das eigentliche Stielchitin von

Epithelzellen gebildet wird, und zwar wenigstens hauptsächlich durch Chitinisirung der eigenen Substanz dieser Zellen. Die Cuticula der Fädchen bildet sich freilich aus einem Epithel, das aus dem des Stieles stammt und unmittelbar in dasselbe übergeht, allein sie ist nichtsdestoweniger von der des Stieles erheblich verschieden. Dies deutet auf eine wenigstens in irgend einer Hinsicht verschiedene Bildungsweise hin. Was die Epithelzellen der Spitze betrifft, so ist es ja von vorn herein wahrscheinlich, dass sie wenigstens im Wesentlichen vor und nach dem Durchbruch des Fädchens aus dem Stiele auf dieselbe Weise fungiren, und im ersteren Falle ist es offenbar, dass sie keine Cuticularsubstanz durch Chitinisirung ihrer eigenen absondern können, da solchenfalls eine Verdickung der festen Substanz einschließlich des Stielchitins stattfinden müsste, was ja den Durchbruch des Fädchens verhindern würde. Was die äußere Schicht der Fädchen betrifft, so wird man außerdem durch ihre Fähigkeit, sich nach den umgebenden Gegenständen zu formen, zu der Annahme genöthigt, dass sie in Gestalt eines Sekretes gebildet wird. Also muss derjenige Cuticulartheil, der von diesen Zellen her erzeugt wird — d. h. die Kuchensubstanz und die Außenschicht des freien Fädchens — durch eine Sekretbildung entstehen. Dieses Sekret löst das Stielchitin auf und verleibt sich dasselbe ein, vermuthlich im Zusammenhang mit einer Verdichtung der festen Substanz. Das derart gebildete Produkt macht die Kuchenschicht aus. Diese auflösende Fähigkeit könnte möglicherweise in irgend einem Zusammenhange mit den soeben erwähnten Körnern stehen, die allzu reichlich vorkommen, als dass sie keinen besonderen Zweck hätten. Nicht unwahrscheinlich ist solchenfalls, dass die gelben, größeren oder kleineren, durch Eosin färbbaren Bildungen, die hier und da im Stielchitin vorkommen, dadurch entstanden sind, dass ähnliche Körner außer Ordnung in Epithelzellen gebildet, von diesen am Chitin abgegeben worden sind, einen Theil der Substanz derselben um sich aufgelöst haben und in derselben eingebettet worden sind. Ob diese Körner mit den in den Bindegewebszellen vorkommenden identisch sind oder nicht, kann ich nicht entscheiden.

Dass auch die Fibrillensubstanz durch keine Chitinisirung der Spitzen der Epithelzellen entstanden sein kann, ergiebt sich aus ihrer Struktur und noch deutlicher daraus, dass das Epithel an der Cuticula gar nicht festsitzend ist, wesshalb es beim Präpariren fast immer von dieser wegfällt. Wie die faserige Struktur entsteht, ist nicht leicht zu sagen, ich nehme jedoch an, dass sie auf irgend einer

Erstarrungserscheinung bei ihrer Bildung beruht, welche letztere solchenfalls in einer Sekretion bestehen würde. Da die schichtenweise liegenden Fibrillen viel länger und schmäler sind als die Absonderungsflächen der Epithelzellen und mehr oder weniger unregelmäßig liegen, so lässt sich wohl kaum eine andere Entstehungsweise denken.

Wenn man die Verhältnisse, welche ich hier oben nachgewiesen habe, zusammenstellt, nämlich die Fähigkeit der Fädchen, in Kalkschalen hinein und durch das Stielchitin heraus zu dringen, die Löslichkeit resp. Unlöslichkeit der verschiedenen Chitinarten in Alkalien und Säuren sowie die an Identität grenzende Ähnlichkeit zwischen wachsenden und in Anlegung begriffenen Fädchenspitzen, so muss man zugeben, dass es sehr nahe liegt zu vermuthen, dass das Sekret der Epithelzellen irgend eine Säure enthalten muss. Und dieses Sekret ist gerade die Außenschicht der Fädchen. Wir haben schon gesehen, wie dieselbe sich in Gestalt feiner Fasern in frische, lebende Brachiopodenschalen hineinfrisst, wobei sie, die organische Substanz vermeidend und die unorganische wegnehmend, den Platz letzterer einnimmt oder, bei der Bildung neuer Fädchen das Stielchitin auflösend, durch dasselbe hervordringt. In beiden Fällen löst die Außenschicht Substanzen auf, die in denselben Stoffen, Säuren, löslich sind. Wahrscheinlich ist auch, dass dieses Sekret ein saurer, chitinhaltiger, mehr oder weniger halbflüssiger Stoff ist, der sowohl Kalk als Stielchitin auflösen und in sich aufnehmen kann. Anders ist es unmöglich zu erklären, wie beim Eindringen eines Fädchens in die Kalkbildung der Kalk besonders von denjenigen Stellen verschwinden kann, wo nur die feinsten Chitinfortsätze der Fädchen hervordringen, und wo also keine Zellen, sondern nur ihre Ausscheidungsprodukte arbeiten können.

Was die Bildung der Säure im Chitin betrifft, so könnte man sich, wie oben gesagt, ihren Verlauf auf die Weise denken, dass die mehrmals erwähnten gelben Körner etwa eine solche enthielten, und dass diese sich durch das übrige Sekret der Epithelzellen, welches, an sich selbst chitinhaltig, sich nunmehr eine Säure einverleiben könnte, auflösen würden. Wenn dies richtig ist, so könnte man die Anwesenheit der Körner erklären, welche an anderen Stellen des Chitins vorkommen; dort sollten sie dann außer Ordnung auftreten und in einer allzu geringen Menge vorhanden sein, um in nennenswerthem Maße einzuwirken; nur könnten sie sich mit einem Tröpfchen gesäuerten Chitins umgeben. In dieser Beziehung stimmen

ihre Farbe und Färbungsreaktionen, die denen desjenigen Chitins ähnlich sind, welches während seiner Bildung sauer ist.

Früher oder später hört das Wachsthum der Fädchen auf und dergleichen »erwachsene« ältere Fädchen können in ihrem Aussehen sehr verschieden sein. In den meisten Fällen sind dann das Bindegewebe und das Epithel mehr oder weniger degenerirt; sie sind nämlich nunmehr nicht nothwendig, da die Cuticula allein die jetzt rein passive mechanische Funktion übernimmt. Sehr allgemein ist die in Fig. 106, Taf. VIII dargestellte Form, welche dadurch charakterisirt wird, dass das Lumen, das weiter unten im Fädchen ziemlich schmal ist, an der Spitze selbst bedeutend weiter wird. Dies ist der Fall, wenn das Längenwachsthum plötzlich aufhört, das Absondern der Fibrillensubstanz aber sich normal fortsetzt, ohne dass die Spitze, in der keine Fibrillensubstanz absondernden Zellen enthalten sind, erfüllt wird. Die Fädchenspitze kann dabei ihrer äußeren Form nach sehr abwechselnd sein. In anderen Fällen hingegen ist das normale Lumen auf einer längeren oder kürzeren Strecke mit Chitin erfüllt worden, und zwar mit oder ohne einen übrig gebliebenen schmalen Rest (Taf. VIII, Fig. 101 u. 105). In diesem Falle hat die weiche Substanz fortgefahren, Chitin zu erzeugen, und da kein Wachsthum nach vorn stattgefunden hat, zurückweichen müssen. Dabei kann das Spitzenchitin entweder »homogen« oder mehr oder weniger deutlich geschichtet oder sogar fibrillär sein, je nachdem die eine oder die andere Art Chitin in überwiegender Menge abgesondert worden ist (Taf. VIII, Fig. 97, 99, 101 u. 105). Eine häufige Endigungsweise eines Fädchens ist, dass es durch Befestigen an einem harten Gegenstand trichter-, fuß- oder hufförmig ist (Taf. VIII, Fig. 95—96). Die vorderste, solchenfalls mehr oder weniger platte Fläche ist bald nur mit der äußeren Schicht bekleidet, während die Wände bis an diese mit einer gleichdicken Schicht von Fibrillensubstanz versehen sind, bald findet sich darüber eine Schicht anderer Chitinsubstanz; häufig bleibt die Chitinbekleidung der Spitze an der Unterlage festsitzen, wenn das Fädchen losgerissen wird (Taf. VIII, Fig. 96). Bisweilen kommt es wohl vor, dass der Zuwachspunkt an einer solchen erweiterten, befestigten Spitze, da er nicht weiter gerade vorwärts gelangen kann, sich, anstatt abzusterben, nach der Seite umbiegt und also sein Wachsthum fortsetzt (Andeutungen dazu sind in Fig. 95 u. 96 zu sehen). In ähnlicher oder anderer Weise kann natürlich eine Menge Formen entstehen (mehrere Figuren auf Taf. VIII).

Wenn ein Fädchen zerreißt, so kann das Epithel einen neuen Zuwachspunkt bilden, wenigstens wenn das Fädchen sich noch in voller Lebenskraft befindet, wie aus den Fig. 92 u. 105, Taf. VIII hervorgeht (siehe des Näheren die Erklärung der Abbildungen). Dass sich die Fädchen verästeln können, ist früher erwähnt worden, und es geschieht dies gar nicht selten. Es lässt sich auch leicht denken, wie dies zugehen kann. Irgend ein harter, kleiner Gegenstand zum Beispiel liegt der Fädchenspitze im Wege und dann theilt sich diese nach zwei oder drei Richtungen. Fädchen mit mehr als drei Ästen habe ich nicht gesehen. Jeder Ast wächst selbständig.

Dass junge Individuen, wie MORSE (18) richtig bemerkt, so lose befestigt sind, dürfte davon abhängen, dass, wenn sich das Thier zuerst befestigt, es sich nur festkleben kann, da es wohl kaum anzunehmen ist, dass ein Fädchen ohne einen stützenden Ausgangspunkt in Kalk eindringen oder sich an andere Gegenstände gut anschmiegen kann. Erst das zweite Fädchen und sodann die übrigen der Reihe nach können mehr oder weniger die mechanische Kraft verwerthen, die in ihrem eigenen Wachsthum liegt, wenn sie vom Stiele aus, als ein fixer Punkt betrachtet und zwar in einem gewissen Abstande von der Unterlage durch das oder die ersten Fädchen fixirt, wachsen.

Waldheimia cranium (Müller).

(Taf. IX, Fig. 109—131.)

Allgemeine Organisation des Stielapparates.

Der Stiel ist im Verhältnis zur Größe des Thieres etwas kleiner als der von *Terebratulina*. So waren z. B. bei einem Exemplar mit gut entwickeltem Stiele die Bauchschale 27×23 mm lang und breit und der Stiel 5 resp. 2 mm, wobei außerdem zu bemerken ist, dass *Waldheimia* im Verhältnis zu ihrer Länge viel breiter und auch dicker ist als *Terebratulina*. Dafür ist aber der größere Theil der Schale um so dünner und folglich leichter. Die Stielspitze ist mehr oder weniger erweitert, mit einer abgeplatteten Haftfläche, die, wenn an Kalkunterlage befestigt, mit kurzen, höchstens $^1/_3$ mm langen, den Fädchen von *Terebratulina* homologen Papillen besetzt ist (Taf. IX, Fig. 111—113 u. 119—120 *fd*). Diese sowie der distale Theil des Stieles sind bei älteren Individuen gelb-dunkelbraun, übrigens ist der Stiel wie bei den anderen Formen undurchsichtig weiß. Der Bulbus ist gewöhnlich nicht besonders groß. Bei dem kleinsten

Individuum, das ich von *Waldheimia* erhalten habe — das Exemplar $^1/_2$ mm lang — war der Stiel kurz und zeigte eben so wenig wie bei Jungen von *Terebratulina* Spuren weder einer Höhlung noch einer Verlängerung im Sinne des *Lingula*-Stadiums von Morse (18) (Taf. IX, Fig. 109).

Die Kapsel (Taf. IX, Fig. 113—118) weicht wesentlich von dem ab, was wir bei *Terebratulina* gesehen haben. Ihr Rand reicht nur an der dorsalen Seite bis an den hinteren Schalenrand und ein vollständiger Mündungsring fehlt demnach. Das ventrale überragende Schalenstück muss dafür die Stelle des fehlenden Kapseltheiles vertreten (Taf. IX, Fig. 111 u. 114 *frs*). In die Kapsel gerathen in Folge dessen fremde Körper leichter hinein, deren schädliche Einwirkung wiederum dadurch vermindert wird, dass die Kapselwände dicker sind und zum Theil von einer ansehnlichen Chitinschicht geschützt werden. Gewissermaßen dürfte wohl dabei der Umstand mitwirken, dass die Stielspitze erweitert ist; wenn das Thier den Stiel einzieht, schließt dieser folglich die Mündung der Kapsel ziemlich gut zu. Die dorsale Kapselwand ist besonders kräftig entwickelt und an jungen Individuen verhältnismäßig stärker (Taf. IX, Fig. 111 u. 118). Die ventrale Wand weicht, wie aus Fig. 114, Taf. IX ersichtlich ist, höchst bedeutend von dem ab, was wir bei *Terebratulina* kennen gelernt haben. Die Bauchschale läuft ohne sich merklich zu verschmälern und ohne irgend welche komplicirte Wachsthumsform gleichmäßig in die hintere Spitze hinaus; die Kapselwand hört gewöhnlich in weniger als der halben Entfernung von ihrer Basis zum Ende der Schale auf. Der abgerundete hintere Rand der Kapselwand (Taf. IX, Fig. 115) wird von einer recht ansehnlichen Chitinschicht bekleidet, die sich an der Schalenseite ein Stück nach der Umbiegung verschmälert und an einer Stelle (α) verschwindet, wo die Epithelzellen bedeutend größer als die ringsum liegenden sind und offenbar eine besondere Aufgabe haben. Dem überragenden freien Schalentheil, der nicht dünner als die übrige Schale ist, fehlt es gänzlich sowohl an Epithel als an Bindegewebe. Sogar die kleinsten der von mir untersuchten Exemplare — die ganze Länge des Thieres weniger als 1 mm — zeigen dieselbe Bildung, nur dass der Kapselrand auf Längsschnitten nicht gerundet ist, sondern in einer Spitze endigt, die an der Schale hinauszulaufen scheint (Taf. IX, Fig. 111 u. 117). An älteren Individuen ist es auch makroskopisch sehr deutlich zu erkennen, dass die ventrale Schale am Hinterende successive abgenutzt wird. Es geschieht dies bei der Reibung gegen

die Befestigungsunterlage. Dass dies ebenfalls bei jungen Individuen der Fall sein muss, geht auch daraus hervor, dass der »nackte« Schalentheil immer vorhanden, aber an jungen Individuen dünner als an alten ist und in Ermangelung eines Epithels nicht weiter verdickt werden kann. Da nun die Schale auf keine Weise nach hinten wachsen kann, muss also die Bindegewebsmasse im Verhältnis zur Schale versetzt werden; jedoch nicht die Epithelzellen, da man sich diese wohl kaum versetzbar denken kann, weil, wenn dies der Fall wäre, die Verbindung zwischen ihnen und der Schale eine allzu lose würde. Wahrscheinlich geschieht das Versetzen in der Weise, dass bei den eben erwähnten Zellen (Taf. IX, Fig. 116 α) die am nächsten liegenden schalenbildenden Epithelzellen sich successive verändern, so dass sie ihre frühere Rolle einbüßen und zu solchen Zellen wie die bei α gelegenen umgewandelt werden. Möglicherweise geht ihrerseits wenigstens ein Theil letzterer in die chitinbildenden Zellen am benachbarten Theil der Kapsel einigermaßen über, da das Chitin sich nach diesen zu verschmälert und es auch keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Arten von Zellen giebt. Da nun diese Bindegewebsbildungen sich an der Aboralseite allmählich von der Schale loslösen und an der Oralseite an Größe zunehmen, so müssen sie ja im Verhältnis zur Schale versetzt werden. Schalenmuskeln und andere bezüglich ihrer relativen Lage zur Schale und in der Körperwand fixe Organe müssen auf ähnliche Weise versetzt werden, indem sie an der Oralseite wachsen und an der entgegengesetzten mehr oder weniger resorbirt werden. Ein ähnliches Versetzen findet außerdem auch bei *Terebratulina* und den übrigen Formen statt. Da z. B. der Abstand zwischen β und γ in der Textfigur[1] 6 sich absolut vergrößert und außerdem der Punkt β durch das von innen verlaufende Dickenwachsthum des Schalenhackens in der Richtung gegen γ versetzt wird, so ist es offenbar, dass γ in derselben Richtung, aber schneller als β versetzt wird; und ein Ähnliches wird das Verhältnis zwischen den Punkten γ und δ, etc. In der Hauptsache muss ja das Verfahren beim Versetzen bei beiden Formen das nämliche sein, wenn es auch bei *Terebratulina* wegen der langsameren Abnutzung des dort dickeren hinteren Schalenendes etwas langsamer vor sich gehen dürfte, falls dies nicht etwa von einem schnelleren Wachsthum der Schale dieser Form aufgewogen wird. Zellen, die den so eben erwähnten bei *Waldheimia* an den Übergangsregionen vorhandenen

[1] Die Textfiguren sind an einer Stelle, p. 234, eingefügt.

vergleichbar wären, habe ich bei *Terebratulina* nicht gefunden, auch sind ja solche nicht nöthig, da bei dieser von einer Veränderung der Funktion der Zellen keine Rede sein kann.

In der Hauptsache stimmt die Muskulatur mit der von *Terebratulina* überein, nur kleinere Abweichungen bestehen, z. B. dass die Muskelfasern der Musculi adjuvatores ventrales an der Sehne nicht so hoch und an der Kapsel selbst gar nicht oder doch nur wenig hinaufgehen. Auch die gegenseitige Lage und Größe der Muskeln ist etwas verschieden.

Das Bindegewebe.

Das Stielbindegewebe (Taf. IX, Fig. 125—127) ist von sehr lockerer Konsistenz und dürfte für die Festigkeit des Stieles nicht viel zu bedeuten haben; diese scheint vielmehr fast ausschließlich von der Beschaffenheit der Cuticula bedingt zu sein. Der Unterschied in der Festigkeit dieser beiden Gewebe ist viel größer als bei *Terebratulina* und hat zur Folge, dass die Cuticula bei der Fixirung häufig eingestülpt wird und das Bindegewebe zusammenpresst, so dass dieses im Allgemeinen mehr oder weniger deformirt wird. Auch erweist sich beim Seciren der weitaus größte Theil des Bindegewebes völlig so locker oder lockerer als das centrale Bindegewebe von *Terebratulina*; nur der Bulbus (Taf. IX, Fig. 114), der etwas kleiner als bei dieser ist, übrigens aber hauptsächlich dieselbe Beschaffenheit hat, ist hart und fest; doch sind auch hier nur die Balken fest, die übrige Masse dagegen locker. Die periphere Region ist unbedeutend und hat sich wenig differenzirt. Das in den Haftpapillen befindliche Bindegewebe unterscheidet sich nicht sichtbar von dem des übrigen Stieles.

Was die Struktur des Stieles im Übrigen betrifft, so sind alle Zellenelemente kleiner als diejenigen von *Terebratulina* und die Zellengänge im Allgemeinen gerader und unverzweigt. Nur gegen die Peripherie anastomosiren sie etwas reichlicher, allein sie haben auch dort eine entschiedene, mehr oder weniger streng radiäre Richtung. Dort und im Bulbus finden sich bisweilen außer den gewöhnlichen auch deutlich sternförmige, anastomosirende Zellen (Taf. IX, Fig. 130—131). Im Allgemeinen scheinen die Bindegewebszellen weniger differenzirt als bei *Terebratulina* und meistentheils lässt sich keine Membranbildung sehen. Sonst liegen sie in gewöhnlichen Kanälchen in einfachen Reihen oder mehrere neben einander (Taf. IX, Fig. 129). Durch die Lockerheit und Formbarkeit (auch bei der

Fixirung) der Zwischensubstanz werden die Gänge sowohl in der Mitte als in der Peripherie zusammengedrückt, so dass gar oft nur die Zellkerne die Wände aus einander halten. Dadurch bekommen sie häufig ein ganz anderes Aussehen als in der Wirklichkeit. Die Zwischensubstanz ist im centralen Theile deutlich fibrillär (Taf. IX, Fig. 127), in der dünnen peripheren Schicht mehr homogen (Taf. IX, Fig. 126). Die bei schwacher Vergrößerung sichtbaren, scheinbar langen, dunklen, stark lichtbrechenden Bänder (Taf. IX, Fig. 125 *zz* stellen sich bei Verwendung stärkerer Vergrößerung als Zellenreihen heraus, die dunkel sind, weil die gefärbten, dicht geordneten Kerne durchleuchten. Diese Zellenreihen sind oft wie auch bei *Cistella* gegen die Haftpapillen gerichtet und erstrecken sich in dieselben hinein (Taf. IX, Fig. 135).

Die traubenförmigen Bläschenhäufchen.

Besonders bemerkenswerth ist die Beschaffenheit und das Auftreten der Bläschenhäufchen. Aus dem Grunde, dass die Bindegewebszellen klein sind, sind auch die die Häufchen bildenden Bläschen klein, dafür aber in jedem Häufchen zahlreicher vorhanden. Die einzelnen Bläschen liegen auf den Präparaten nicht dicht an einander, sondern scheinen in irgend einer Substanz eingebettet zu sein. Es ist mir niemals gelungen, bei *Waldheimia* ein Bildungsstadium der Bläschenhäufchen zu beobachten, jedoch kann man wohl mit Sicherheit annehmen, dass sie auf dieselbe Weise wie bei *Terebratulina* gebildet werden, da sie deutlich dieselbe Grundbeschaffenheit und dasselbe Auftreten zeigen. Sie können fast überall im Bindegewebe, nur nicht im Bulbus, vorkommen, am zahlreichsten sind sie aber nahe der Peripherie eben da, wo, wie wir später sehen werden, die auf jeder Stelle äußerste Schicht der Fibrillenschicht der Cuticula in Anlegung begriffen ist (Taf. IX, Fig. 125 *sp*). Die benachbarten Bindegewebskanälchen sind gegen diesen Punkt gerichtet und also auch die in ihnen liegenden und von ihnen abhängigen Bläschenhäufchen. Allein sie zeigen vor Allem ein Auftreten, das meine vorher aufgestellte Theorie von der Möglichkeit ihrer Versetzung von einer zu einer anderen Stelle stützt. Auf Präparaten, die nicht geschrumpft sind, sieht man sie nämlich häufig reihenweise in Kanälchen (*zk*) liegen, die eben so oder fast eben so weit als die Häufchen selbst sind (Taf. IX, Fig. 127 *blh*). Diese Kanälchen enthalten eine Substanz, die weniger lichtbrechend als die Bindesubstanz ist, sowie häufig einige Bindegewebszellen (Taf. IX, Fig. 128) und setzen sich in gewöhnliche Zellenkanälchen fort. Da

nun diejenigen Kanälchen, in welchen die Bläschenhäufchen liegen, viel weiter sind als irgend welche anderen und auf wohl erhaltenen Präparaten zwischen den Bläschenhäufchen gar nicht oder doch nur unbedeutend eingebuchtet sind, so folgt hieraus mit ziemlicher Sicherheit, dass letztere nicht an der Stelle, wo sie sich befinden, entstanden sein können, denn die Bindesubstanz müsste solchenfalls, da sie ja sehr locker ist, bei den Abständen, in welchen die Bläschenhäufchen oft von einander liegen, zwischen diesen scharf eingebuchtet sein, weil die Erweiterung bei deren Bildung nur unmittelbar um dieselben herum hätte stattfinden sollen. Wenn noch hinzukommt, theils dass Bläschenhäufchen sich so entschieden von einem ziemlich weiten Umkreis nach der bestimmten Gegend, wo der fibrilläre Theil der Cuticula anfängt, zu sammeln scheinen, und theils dass sie eine für ihre hervorgleitende Bewegung sehr geeignete, längliche Form besitzen und da ferner derjenige Theil, welcher sich nicht nach der soeben erwähnten Stelle sammelt, eine Richtung hat, die nach der Spitze des Stieles führt, welche den einzelnen Fädchenspitzen von *Terebratulina* hinsichtlich der Funktion entspricht, so dürfte mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen sein, dass die Bläschenhäufchen in der That von einer nach der anderen Stelle durch die Zellengänge versetzt werden. Wenn sie nun überhaupt versetzt werden, so werden sie ohne Zweifel gerade nach eben solchen Stellen versetzt, wo sie zur Anwendung gelangen werden. Die Annahme, dass die Bläschenhäufchen versetzt werden können, lässt direkt und mit Nothwendigkeit darauf schließen, dass auch die Bindegewebszellen in ihren Gängen beweglich sind.

Das Epithel.

Über das Epithel ist nicht viel zu sagen. Die Zellen sind klein, kurz und befinden sich auch hier in einer bestimmten Entfernung von einander. Bläschenhäufchen kommen mitunter mehr oder weniger tief im Epithel eingesenkt vor. Im Inneren der Papillen haben die Epithelzellen ungefähr dasselbe Aussehen wie im Übrigen. Größere Abweichungen zeigen sich bei dem zwischen den Haftpapillen gelegenen Epithel (Taf. IX, Fig. 120). Die Zellen sind dort von einer mehr variirenden Länge, aber im Allgemeinen erheblich länger als an irgend welcher anderen Stelle. Ferner sind diese stärker faserig als die übrigen, so dass es auf einem Längsschnitt durch die Stielspitze den Anschein hat, als bestände das ganze Epithel aus dichtgedrängten Fasern oder Stäbchen, nicht aus scharf begrenzten Zellen. Auch

auf einem Querschnitte erscheinen sie mehr unregelmäßig und ein Theil der kleineren besteht nur aus sehr wenigen Fasern. Ihre dem Chitin zugekehrten Enden stoßen auch hier wie die des Papillen- und Stielchitins im Übrigen nicht zusammen, sondern sind deutlich von einander entfernt.

Die Cuticula.

Die Cuticularbildungen zeichnen sich durch eine ihren Hauptzügen nach ganz andere mechanische Konstruktion aus. Bei *Terebratulina* waren die Haftfädchen lang, stark und elastisch, sowie in der dicken, durch nach innen gekehrte Chitinverdickungen noch mehr verstärkten Spitze des Stieles eingesenkt. Der Stiel seinerseits wurde dort sowohl von seiner Cuticula als von einer ziemlich festen Bindegewebsmasse gestützt. Bei *Waldheimia* sind die Haftfädchen zu unbedeutenden Ausstülpungen (Papillen) der hier zu dem eigentlichen befestigenden Theil ausgebildeten Stielspitze reducirt, oder sie können fast gänzlich fehlen. Die Spitze hat eine verhältnismäßig dünne Cuticula, ohne irgend welche bemerkenswerthen Verdickungen (Taf. IX, Fig. 119—121). In Bezug auf ihre Funktion und Beschaffenheit ist diese Cuticula mit der Außenschicht der Fädchen von *Terebratulina* vergleichbar. Sie besteht aus einer dunkelbraunen, glänzenden Masse, die während ihrer Bildung offenbar weich und plastisch gewesen ist, so dass sie sich an allen Unebenheiten hat befestigen können. Die Cuticula der Haftpapillen hat dasselbe Aussehen, wenn sie auch nicht so dick ist (Taf. IX, Fig. 119—121), allein es ist nicht unmöglich, dass sie etwas andersartig beschaffen ist, was auch das verschiedene Aussehen ihrer Epithelzellen andeutet. Wenigstens besitzt sie mit Sicherheit die Fähigkeit, den Kalk zu zerfressen, wie man zum Beispiel an denjenigen Stellen sieht, wo die Papillen sich in Brachiopodenschalen hineingebohrt haben (Taf. IX, Fig. 120 u. 121). Eine solche Eigenschaft scheint die übrige Cuticula der Stielspitze nicht zu besitzen.

In einem weiter vorgeschrittenen Stadium oder an fast erwachsenen Stielen werden die distalen Theile der neuen, sich am Stiel bildenden Cuticularschichten nicht den alten ähnlich, welche dem Stielchitin von *Terebratulina* ähnlich sind, sondern erhalten fast dieselbe Beschaffenheit wie die Fibrillenschicht der Fädchen der letztgenannten Form. Dieses fibrilläre Chitin des *Waldheimia*-Stieles ist indessen nicht so elastisch und ausgeprägt fibrillär wie jenes von *Terebratulina*, sondern hinsichtlich der Konsistenz vielmehr ein Mittel-

ding zwischen dem fibrillären und dem homogenen Chitin dieser Form. Dasselbe färbt sich intensiv durch Eosin und wird durch Osmium stark gebräunt, es hat also in diesen Beziehungen die Reaktionen des fibrillären Chitins, allein die Konsistenz und zum Theil auch die Struktur machen den Eindruck, als handelte es sich um ein Gemisch beider Arten, oder vielleicht eher um ein gewöhnliches Stielchitin, das sich in der Richtung gegen fibrilläres Chitin entwickelt hat, aber in der Differenzirung nicht so weit gelangt ist. Auch die Epithelzellen weichen von den gewöhnlichen Stielepithelzellen nur wenig ab.

Bei dem Wachsthum, das ja hier wie auch sonst von innen erfolgt, ist jede neue Schicht länger als die unmittelbar vorhergehende, was zur Folge hat, dass das Ganze sich basalwärts verschmälert. Die fibrilläre Region kann bei verschiedenen gleich großen Individuen sich ziemlich weit erstrecken, nimmt aber selten weniger als $^1/_3$ — selbstverständlich bei nicht zu jungen — und selten mehr als $^2/_3$ des Abstandes von der Stielspitze bis zum distalen Theil des Bulbus ein. Was die Bildung der fibrillären Substanz betrifft, kann man sie auch bei *Waldheimia* leicht beobachten. An von der Innenseite her gesehenen Theilen ihrer Cuticula, die von Epithelzellen befreit worden ist, bemerkt man nämlich deutlich, wie die fibrilläre Region gegen die Stielspitze an Deutlichkeit abnimmt, bis sie schließlich als schwache Streifen an der Cuticula verschwindet, die oft mit Abdrücken der Spitzen der Epithelzellen gemengt und zum Theil von solchen begrenzt sind; dadurch wird der allmähliche Übergang von der Chitinisirung der Zellen zur reinen Sekretion angedeutet. Gerade nach der soeben erwähnten Übergangsregion scheinen sich die Bindegewebselemente einschließlich der Bläschenhäufchen zu sammeln (Taf. IX, Fig. 125 *sp*). Oben ist soeben nachgewiesen, dass die Bläschenhäufchen vermuthlich versetzt werden, und zwar theilweise nach diesem Punkte, und dass sie dort wohl zu irgend einer Verwendung gelangen werden. Eine andere Aufgabe als die, eine derartige Veränderung im Epithel zu bewirken, dass dies, anstatt eine homogene Chitinsubstanz zu erzeugen, eine fibrilläre absondert, kann ich mir nicht denken; ich bin desshalb der Ansicht, dass sie wirklich hier diese Aufgabe haben. Bei *Terebratulina* waren in der Nähe der Anlegungsstellen der Fädchen und im Inneren derselben zahlreiche Bläschenhäufchen vorhanden, und diese Stellen entsprechen ja denjenigen Stellen, wo sie bei *Waldheimia* vorkommen, denn auch bei letzterer ist es gewöhnlich oder fast immer der Fall, dass Bläschenhäufchen in den Haftpapillen angetroffen werden.

Ferner finden sich, wie früher gesagt, unter der Schale der Körperwand sowohl bei den jetzt erwähnten zwei Formen als bei den übrigen von mir untersuchten sowie auch bei *Crania anomala* zahlreiche Bläschenhäufchen, die wenigstens in der Hauptsache denen des Stieles ähneln, und wenn auch die Schale aus nur einer Art Chitin besteht, so hat sie jedenfalls auch einen anderen Bestandtheil, die Kalkgebilde, die etwa von denselben Epithelzellen, welche die Chitinsubstanz bilden, abgesondert werden. Es ist desshalb leicht denkbar, dass diese Zellen bei ihrer Funktionsänderung Hilfe nöthig haben. Ich glaube in Folge dessen triftige Gründe zu der Annahme zu haben, dass die Bläschenhäufchen — wenigstens zum Theil — die Aufgabe haben, bei der Funktionsänderung der Epithelzellen sich auf irgend eine Weise zu betheiligen, wenn diese vom Absetzen einer Art Chitin zum Absetzen einer anderen übergehen.

Die Papillenbildung verläuft auch hier centrifugal, und ich habe Papillen, die offenbar in Entwicklung begriffen waren, in der Peripherie der Stielspitze gesehen (Taf. IX, Fig. 121). Es wäre ja auch ziemlich unwahrscheinlich, dass die Papillen während ihrer Bildung das Chitin der Stielspitze durchbrechen könnten, da sich dieses weder mit Säuren noch mit Alkalien löst. Bei den ältesten Individuen begegnet indessen die Fibrillenbildung von der Peripherie her den Papillen, so dass die äußersten Papillen inwendig mehr oder weniger mit fibrillärem Chitin erfüllt oder ausgekleidet werden; eine solche Auskleidung bekommt bald nur der basale Theil, bald nur die äußere Seite (Taf. IX, Fig. 119).

Theils weil die befestigende Cuticula in der Spitze des Stieles so dünn und ihre Verbindung mit diesem zu einem Ganzen so lose ist, theils wegen des in Folge seiner Entstehungsweise — Sekretion — nicht so engen Zusammenhanges der Fibrillenschicht mit dem übrigen durch Epithelzellenchitinisirung gebildeten Stielchitin zerreißt beim Ablösen des Thieres von seiner Unterlage, z. B. einem Stein, der Stiel gewöhnlich rings um die Anheftungsfläche. Dabei wird der letztere Theil, der an seiner Unterlage sicher befestigt ist, bei älteren Individuen häufig von größeren oder kleineren Theilen der fibrillären Schichten begleitet. Die Bindegewebsmasse bleibt gewöhnlich am Thiere selbst zurück. Bisweilen kommt es auch vor, dass der ganze Stiel an seiner Basis aus dem Thiere gerissen wird, was ja bei *Terebratulina* solchenfalls das Normale war.

Die bei *Terebratulina* erwähnten, im Bindegewebe liegenden gerundeten Chitinbildungen (Chitinsphären) sind auch hier vorhanden

und zeigen ein ähnliches Aussehen (Taf. IX, Fig. 123), doch habe ich nur solche von einer mit Eosin färbbaren Substanz gefunden, und zwar nur distalwärts vom Beginn der Fibrillensubstanz. In einem Falle stand eine solche in Verbindung mit der Cuticula, aber von dieser deutlich umwachsen und nicht von derselben ausgehend (Taf. IX, Fig. 122).

Beim Kochen mit Salzsäure wird das homogene Stielchitin gelöst, das fibrilläre aber sowie die Cuticula des Stielendes und das Chitin der Haftpapillen werden nicht gelöst. Das fibrilläre Chitin bekommt nach dem Auswaschen mit Wasser die Eigenschaft sich durch Eosin intensiv färben zu lassen. Siedende Kalilauge löst das homogene Chitin gar nicht und das fibrilläre auch nicht oder doch nur unvollständig, wie ja nicht anders zu erwarten war, da letzteres demjenigen von *Terebratulina* nicht vollkommen ähnlich, sondern lediglich so zu sagen eine Mischung beider Arten ist. Nach der Behandlung und dem Auswaschen färben sich beide Arten schwach durch Eosin, ähnlich wie das homogene Chitin bei *Terebratulina*. Auch die Cuticula des Stielendes wird durch Kalilauge nicht gelöst. Verglichen mit den Verhältnissen bei *Terebratulina* sind diese Ergebnisse gerade die, welche zu erwarten waren.

Rhynchonella psittacea (Chemnitz).

(Taf. IX, Fig. 132—133.)

Der Stiel ist lang, namentlich bei erwachsenen Individuen, wo ein Stiel von 6 mm Länge etwa 1 mm im Durchmesser hat. Der Hinterrand der ventralen Schale läuft in einen langen Schnabel (*hck*) aus, so dass der Stiel, um an diesem vorüber zu reichen, recht lang sein muss. Er ist indessen nicht gerade nach hinten gerichtet, sondern biegt sich gewöhnlich über die eine Seite des Schnabels um, wodurch die Entfernung von der Anheftungsstelle einigermaßen vermindert wird. Was die Kapselbildungen betrifft, so sind sie zumeist denjenigen der *Terebratulina* ähnlich. Die dorsale Wand ist doch relativ dicker und die Zusammenwachsungsfläche zwischen der ventralen Kapselwand und der Körperwand länger, aber dafür bedeutend schmäler, fast nur einen longitudinalen Streifen bildend (Taf. IX, Fig. 132). Die ventrale Schalenspitze wird nicht abgenutzt, sondern läuft, wie gesagt, in eine dem Hacken von *Terebratulina* entsprechende Spitze aus. Die Bildung ist indessen einfacher und dürfte zur Genüge aus Fig. 132, Taf. IX ersichtlich sein. Die Musculi adjuvatores ventrales sind stark divergirend. Der Musc. divaricator ist be-

sonders stark, nach vorn gerichtet und der Musc. divaricator accessorius ist ungemein deutlich abgesetzt.

Das Bindegewebe stimmt mit *Terebratulina* überein, in so fern eine freilich dünne, aber doch deutlich abgegrenzte, reich netzförmig verzweigte Region vorhanden ist (Fig. 132); im Übrigen aber ähnelt es mehr demjenigen von *Waldheimia*. Von beiden weicht es dadurch ab, dass im Bulbus — der äußerlich mehr oder weniger deutlich ist — das Bindegewebe jeder Balkenbildung entbehrt. Hier ähnelt es am meisten derjenigen Partie, die bei *Terebratulina* zwischen dem Bulbusbindegewebe und der eigentlichen peripheren Region liegt, und deutet also darauf hin, dass das Bulbusbindegewebe bei den anderen Formen sich vermuthlich von der peripheren Region entwickelt hat — giebt es doch eine solche auch bei *Waldheimia*, obwohl sie unbedeutend entwickelt ist. Alle Zellelemente sind klein sowie auch die stets vorhandenen Bläschenhäufchen.

Die Chitinbildung scheint in Allem mit der von *Waldheimia* übereinzustimmen, nur sind die Haftpapillen vielleicht weniger entwickelt.

Übrigens hat mir das zu Gebot stehende Material nicht gestattet, diese Form eingehender zu untersuchen.

Cistella cistellula (S. Wood).

(Taf. IX, Fig. 134—136.)

Auch von *Cistella* standen mir, wie früher erwähnt, nur wenige, für feinere histologische Untersuchungen nicht sorgfältig genug konservirte Exemplare zur Verfügung, wesshalb ich hier nur auf einen Theil anatomischer und gröberer histologischer Verhältnisse Rücksicht nehmen kann. Die größten Exemplare waren 1 resp. 2 mm lang und breit.

Diese Form hat eine überaus dicke Schale und ein sehr weites Stielloch, welche beiden Verhältnisse den Stiel, der auch hier relativ sehr stark ist, in hohem Grade beeinflussen. Die Kapsel hat eine weite Mündung, entbehrt des Ringes und jeder Faltenbildung und ist viel kürzer und weniger tief eingesenkt als bei *Terebratulina*; anstatt sackähnlich zu sein, ist sie trichterförmig und von außen ist also der Zutritt zu ihrem Lumen frei (Taf. IX, Fig. 134—135). Dagegen wird ihr Inneres gegen die Einwirkung äußerer Agentien durch eine stärker entwickelte Wandbildung geschützt. Die Cuticula ist nicht so mächtig wie z. B. bei *Waldheimia*, sondern hier hat das Bindegewebe selbst die stützende Funktion behalten, welche sodann bei den

vorhergehenden (höheren) Formen wenigstens großentheils die Chitinbildungen übernommen haben.

Sowohl äußere als innere Bulbusbildung fehlt hier in der Regel[1] und die Stielbasis geht unmittelbar ohne deutliche Absetzung in die Kapselwand über (Taf. IX, Fig. 135). Das ganze Bindegewebe ist fast gleichartig, der Centralsubstanz von *Waldheimia* annähernd ähnlich. Im basalen Theil ist es jedoch mehr homogen. Bläschenhäufchen kommen ziemlich zahlreich vor. Dem Chitin fehlt stets jede Fibrillensubstanz und die Stielspitze ist, wie bei der soeben erwähnten Form, mit einer dunkleren Cuticularsubstanz — Haftsubstanz — versehen. Haftpapillen finden sich auch, denen von *Waldheimia* ähnlich, und fressen sich wie diese in Kalk ein, doch scheinen sie etwas weniger gut ausgebildet zu sein.

Bemerkenswerth ist die Muskulatur. Der Musculus adjuvator ventralis geht mit einer langen Sehne von der Basis des Stieles aus, erstreckt sich weit vorwärts und fast gerade in das Thier hinein — beinahe an der Mitte vorüber — ehe er seine Muskelfasern abgiebt, die ziemlich stark sind (Taf. IX, Fig. 135—136 *m.a.v.*). Der Musc. adj. dorsalis ist schwach, entspringt nahe bei dem Stiel an der Basis des ersteren Muskels, fast rechtwinklig gegen diesen und befestigt sich wie gewöhnlich an der Dorsalschale (Taf. IX, Fig. 136 *m.a.d.*). Shipley (**27**, Taf. XXXIX [= I] Fig. 12) zeichnet eine ganz andere Lage dieses Muskels bei der Gattung *Argiope*. Da nun aber die Zeichnungen von Schulgin (**26**) über Arten derselben Gattungen sowohl von *Argiope* als *Cistella*[2] hierin mit den meinigen über *C. cistellula* übereinstimmen, so ist es eigenthümlich, dass Shipley ein solches Bild, wie das von ihm abgebildete, hat sehen können. Dass dieses wohl auch nicht durch die Schematisirung entstanden sein kann — er nennt dasselbe: »Diagramatic view of the muscles of *Argiope*« — geht daraus hervor, dass die Lage, die er dem betreffenden Muskel giebt, mit dem Resultate, zu dem er betreffs seiner Funktion im Texte gelangt ist, vollkommen übereinstimmt. Der Musc. divaricator ist von gewöhnlicher Beschaffenheit, ein ausgebildeter Musc. div. accessorius scheint aber nicht vorhanden zu sein. Den Musc. div. dorsalis, den Schulgin aufnimmt und zeichnet (**26**, Taf. IX, Fig. 15 u. 19), habe ich bei *Cistella* nicht finden können, obgleich ich mehrere Schnittserien zur

[1] Siehe jedoch Fig. 134, wo eine Andeutung eines äußeren Bulbus vorhanden ist.

[2] Einige der von ihm untersuchten *Argiope*-Arten gehören zu der Untergattung *Cistella*, so z. B. *Argiope Neapolitana* = *Cistella Neapolitana*.

Untersuchung hatte; auch glaube ich nicht, dass sie, wenigstens bei *Cistella cistellula*, zu finden sind, um so mehr als ein solcher Muskel weder bei *Terebratulina* noch bei *Waldheimia* vorkommt. Diese Muskelanordnung ist selbstverständlich dem gerade einwärts dem Thiere zugekehrten Stiele angepasst, da dieser gerade einwärts, nicht gegen die Bauchseite hin, wie bei voriger Form, gezogen werden muss. Ferner ist ein kräftiger Muskelapparat wegen der schweren Schale erforderlich.

Der Stiel ist dem von *Waldheimia* sehr ähnlich, hat aber trotz der verhältnismäßig schwereren Schale in einigen Beziehungen ursprünglichere und weniger scharf differenzirte Merkmale. Der Stiel von *Cistella* ist mehr in quantitativer als in qualitativer Richtung entwickelt.

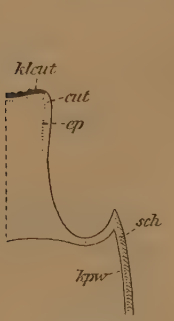
Weder an *Cistella* noch an *Rhynchonella* habe ich Gelegenheit gehabt Versuche über die Löslichkeitsverhältnisse der Stielcuticula in Säuren oder Alkalien anzustellen. Dagegen habe ich den Stiel einer größeren *Lingula*, *L. anatina* (?), in dieser Beziehung untersucht. Ihre Cuticula ähnelt in ihrem Aussehen am meisten dem homogenen Stielchitin der *Terebratulina*, hat aber eine häufig vorkommende radiäre Streifung, welche nicht von derselben Beschaffenheit ist, wie die hier bei *Terebratulina* beschriebene; vielleicht ist sie in Folge der bei dem *Lingula*-Stiel von den Autoren oft erwähnten Zusammenziehbarkeit entstanden. Ihr Chitin wird von Kalilauge nur wenig beeinflusst, löst sich aber fast vollständig in siedender Salzsäure.

Vergleichende Darstellung des Stielapparates der verschiedenen Formen.

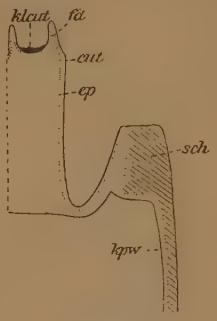
Der Stiel ist, wie wir gesehen haben, bei den verschiedenen Formen im Allgemeinen der ventralen Schale mehr oder weniger genähert und an derselben befestigt. Auch hat diese sich diesem Zwecke in größerem oder geringerem Grade angepasst. Dies ist auf verschiedene Weise geschehen, und auf den ersten Blick mag es scheinen, als bestände zwischen den Schalenformen in dieser Hinsicht ein wesentlicher Unterschied. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn es hält nicht schwer, bei einem Vergleich zwischen den beigefügten Textfiguren sämmtliche Formen auf einen Grundtypus[1]

[1] Ich berücksichtige hier die Bildung nur so, wie sie auf einem medianen Längsschnitt der respektiven Formen erscheint. Der hauptsächliche Unterschied kommt dabei zum Vorschein, ohne dass es nöthig ist, allzu viele Details anzugeben. Auch werden zu gleicher Zeit damit zusammenhängende Veränderungen der Kapsel berührt.

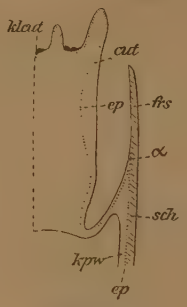
(Textfig. 1) zurückzuführen, der es in der Differenzirung nicht weiter gebracht hat, als dass der Stiel zum Theil in das Thier eingestülpt worden ist und also eine Kapsel sich zu bilden angefangen hat.



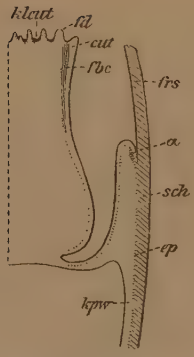
Textfig. 1.



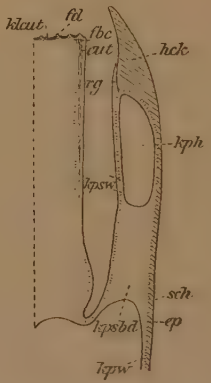
Textfig. 2.



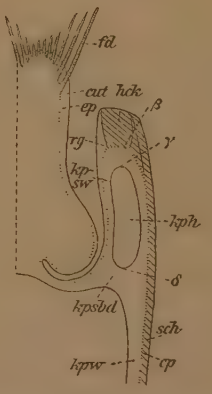
Textfig. 3.



Textfig. 4.



Textfig. 5.



Textfig. 6.

Fig. 1. Konstruirter Grundtypus; mit Stiel ohne Haftpapillen, Kapsel unbedeutend und ohne besondere Anordnungen.

Fig. 2. *Cistella cistellula.*

Fig. 3. *Waldheimia cranium*; jung.

Fig. 4. *Waldheimia cranium*; erwachsen.

Fig. 5. *Rhynchonella psittacea.*

Fig. 6. *Terebratulina caput serpentis.*

Die Figuren stellen mediane Längsschnitte durch den ventralen halben Stiel und die dazu gehörenden Kapsel- und Schalentheile dar. Etwas schematisirt. Die Größenverhältnisse sind nicht überall ganz richtig, weder innerhalb einer und derselben Figur, noch innerhalb der verschiedenen Figuren unter einander. Wegen der Bedeutung der Bezeichnungen siehe die den Tafeln beigefügte Buchstabenerklärung. Betreffend α, β, γ, δ vgl. den Text in Obigem. *frs*, siehe die Figurenerklärung unter Taf. IX, Fig. 109.

Dieser Form steht *Cistella* (Textfig. 2) sehr nahe, die sich durch die stärkere Entwicklung der ventralen Partien unterscheidet, sowie dadurch, dass die Kapsel in einer etwas größeren Strecke mit der Schale verbunden ist. Bei *Waldheimia* ist die Kapsel noch tiefer eingestülpt (Textfig. 3 und 4); die Schale hat keine Art von Ver-

dickung bekommen, sondern wird successive im Hinterende abgenutzt, während die weichen Theile vorwärts rücken und nie bis an das Hinterende reichen. An der ventralen Kapselwand älterer Individuen (Textfig. 4) kommt eine Verdickung ihrer inneren Cuticula sowie auch eine partielle (dorsale), freilich schwache, Ringbildung hinzu. Bei *Rhynchonella* (Textfig. 5) und *Terebratulina* (Textfig. 6) ist die Kapsel tief sackförmig eingestülpt und in der Mündung mit einem vollständigen Ring versehen. Die ventrale Seite ist mit der Körperwand nicht ganz verschmolzen, sondern von derselben durch die Körperhöhle bis auf den oralen Theil, das Kapselband, getrennt. Diese Verbindung erstreckt sich bei *Rhynchonella* mehr longitudinal, bei *Terebratulina* transversal. Bei ersterer wird das Hinterende der Schale nicht abgenutzt, sondern wächst ununterbrochen durch stete Auflagerung von innen fort, einen nach hinten gerichteten Schnabel bildend. Bei letzterer wird das Schalenende abgenutzt und, wahrscheinlich um die Abnutzung zu vermindern, ist eine stärkere Verdickung, der Hacken, gebildet worden, dessen Bildung im Obigen beschrieben ist. Wenn man sich den Hacken abwesend und den Ring über das dann bloßgelegte Bindegewebe gebogen denkt, so erhält man eine Bildung, die sich leicht in Übereinstimmung mit dem Verhältnis bei *Waldheimia* bringen lässt.

Was den Stiel selbst betrifft, so stehen *Cistella*, *Rhynchonella* und *Waldheimia* einander ziemlich nahe, durch ihre Haftpapillen einander ähnlich, dem Grundtypus aber unähnlich. *Cistella* ist am wenigsten differenzirt; es fehlen derselben die Fibrillenbildung der Cuticula sowie äußere und innere Bulbusbildung. Wenn ein Bulbus vorhanden ist, entspringt der Musc. adjuvat. dorsalis an diesem; bei *Cistella* entspringt er an der Basis der Sehne des Musc. adjuvat. ventralis. *Rhynchonella* hat eine ziemlich starke Fibrillenbildung an der Innenseite des Stieles bekommen, wodurch wohl dieser erheblich verstärkt wird; ein äußerer Bulbus findet sich hier, aber sein Bindegewebe ist zu keiner besonders großen Differenzirung gelangt. *Waldheimia* hingegen besitzt einen gut ausgebildeten Bulbus mit starken Balkenbildungen im Inneren, wodurch der Bulbus bedeutend an Zähigkeit und Elasticität gewinnt und also zum Ausgangspunkt eines Muskels noch mehr geeignet sein muss. Die Fibrillensubstanz der Cuticula ist eben so gut entwickelt wie bei voriger Form. Bei *Terebratulina* steht der Bulbus ungefähr auf demselben Entwicklungspunkt wie bei *Waldheimia*; dagegen ist die Differenzirung der Haftorgane weiter fortgeschritten. Die am Stiel selbst wohl phylogenetisch früher auf-

tretende Fibrillenbildung ist hier in die Haftpapillen hinausgewandert, die gleichzeitig länger, gröber und im Stiel selbst sicherer befestigt worden sind, indem die homogene Cuticula angefangen hat, sich auch an der Stielspitze abzusetzen, und die befestigende Epithelschicht auf die Oberfläche der Haftpapillen beschränkt worden ist. Damit ist erzielt worden, dass das Thier in Folge seiner nunmehr längeren und geschmeidigeren Haftorgane sich an Plätzen und Gegenständen, die von den übrigen Brachiopoden nicht benutzt werden können, befestigen und leben kann. Auch befestigt es sich mit Hilfe dieser Fädchen bedeutend stärker als früher.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen sind:

1) Das Bindegewebe des Stieles bei den untersuchten Formen und vermuthlich auch bei den übrigen besteht theils aus einem vollkommen anastomosirenden Netzwerk von Kanälchen, in denen es theils Bindegewebszellen, theils durch und aus diesen entstandene Gebilde — die Bläschenhäufchen — giebt, welche gleich den Zellen in den besagten Kanälchen wahrscheinlich bewegbar sind, theils aus einer von den Bindegewebszellen gebildeten und die Kanälchen umschließenden Bindesubstanz, die übrigens in ihrem Aussehen, ihrer Konsistenz etc. sehr verschieden sein kann. Den Kanälchen fehlt es an besonderen Wänden.

2) Der größere Theil der Cuticula des Stieles, nämlich das homogene Stielchitin, entsteht durch eine allmähliche Chitinisirung der Spitzen der darunter liegenden Epithelzellen[1].

3) Bei *Terebratulina caput serpentis*, *Waldheimia cranium*, *Rhynchonella psittacea* und *Cistella cistellula* finden sich eigens ausgebildete Haftpapillen, die von der Spitze des Stieles her centrifugal angelegt werden. Bei den letzteren drei Formen sind sie kurz, besitzen nur eine Art von Chitinsubstanz und ihr Längenwachsthum ist nach der Spitze verlegt. Auch bei der zuerst genannten Form

[1] Da nun Tullberg (28) gezeigt hat, dass Chitinbildung durch eine allmähliche Chitinisirung der Spitzen der Epithelzellen sowohl bei Arthropoden (*Homarus*) als bei Mollusken (*Mytilus*, *Buccinum* u. A.) vorkommt, und als wahrscheinlich hervorhebt, dass diese Art von Chitinbildung wenigstens in der Hauptsache wohl die gewöhnliche ist, so ist es von recht großem Interesse, dieselbe auch bei einer von den durch ihn untersuchten Formen so weit getrennten Gruppe wie den Brachiopoden (*Terebratulina* u. A.) zu finden, und es dürfte folglich um so viel wahrscheinlicher sein, dass die Chitinbildung auch innerhalb anderer Thiergruppen sich typisch in derselben Weise vollzieht.

liegt der Zuwachspunkt in der Spitze. Die Haftpapillen von *Terebratulina* aber, welche Haftfädchen genannt werden, sind weit komplicirter, indem die Cuticula aus typisch zwei Chitinarten besteht, von denen die äußere homogen ist und der einzigen der übrigen entspricht; die innere ist fibrillär. Die Fädchen werden mit derjenigen Dicke angelegt, welche sie sodann in der Regel behalten. Das Bindegewebe und das Epithel des Stieles setzen sich in die Fädchen hinein bis an deren Spitze fort. Das Dickenwachsthum der Fädchenwände geschieht durch Apposition von innen.

4) Das fibrilläre Chitin, mag es nun in den Haftfädchen oder im Stiel selbst vorkommen, wird durch Sekretion gebildet und seine Struktur ist wahrscheinlich durch einen Erstarrungsprocess entstanden.

5) Die Außenschicht der Haftfädchen oder Haftpapillen — ihre ganze Cuticula bei *Waldheimia* u. A. — kommt ebenfalls durch Sekretion zu Stande. Dieses Sekret ist säurehaltig, während seiner Bildung ziemlich locker und hat die Eigenschaft, Kalkbildungen aufzulösen und die gelösten Theile in sich aufzunehmen, wodurch die Fädchen die Fähigkeit bekommen, sich in Kalkschalen und andere Kalkgebilde einzufressen. Bei *Terebratulina* haben die Fädchen während ihrer Anlegung die Fähigkeit, auf dieselbe Weise das Stielchitin zu durchbohren, wobei als ein Produkt des Sekretes und des gelösten Chitins die Kuchenschicht erzeugt wird.

6) Das homogene und das fibrilläre Chitin haben höchst verschiedene chemische Eigenschaften; ersteres wird von Säuren, letzteres von Alkalien gelöst, während sie in geringerem Grade von den respektiven entgegengesetzten Stoffen beeinflusst werden.

7) Den Bläschenhäufchen kommt wahrscheinlich bei der Funktionsveränderung der Epithelzellen von der Bildung einer Chitinart zur Bildung der anderen irgend eine Funktion zu.

8) Die Zellen des Stielbindegewebes stehen wenigstens an einer Stelle mit denen des Endothels in direkter Verbindung, und der Stiel, dem alle Gefäße fehlen, erhält seine Nahrungszufuhr unmittelbar oder mittelbar wenigstens zum Theil durch das Endothel.

Upsala, im Mai 1896.

Litteraturverzeichnis.

1. J. F. van Bemmelen, Untersuchungen über den anatomischen und histologischen Bau der Brachiopoda Testicardinia. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaft. Bd. XVI. (N. F. Bd. IX.). 1883. p. 88.

2. H. G. Beyer, A study of the structure of *Lingula* (*Glottidia*) *pyramidata* Stimps. (Dall.). Studies Biolog. Laboratory of Johns Hopkins University Baltimore. Vol. III. No. 5. 1886. p. 227.
3. F. Blochmann, Bemerkungen zur Brachiopodenlitteratur. Zool. Anz. Nr. 411. 1893. p. 40.
4. Ders., Über die Anatomie und die verwandtschaftlichen Beziehungen der Brachiopoden. Arch. Verein Freunde d. Naturgesch. Mecklenburg. Jahrg. 46. Güstrow 1892. p. 37.
5. Ders., Untersuchungen über den Bau der Brachiopoden. Jena 1892.
6. Ders., Vorläufige Mitth. über Brachiopoden. Zool. Anz. Nr. 190. 1885. p. 165.
7. W. K. Brooks, Du développement de la *Lingule* et de la position zoologique des Brachiopodes. Chesapeake Zool. Laboratory, Scientific Results of the Session 1878. Baltimore 1879. Ref. in: Arch. Zool. exp. et gén. Vol. VIII. 1879—1880. p. 391.
8. Th. Davidson, A monograph of recent Brachiopoda. Trans. Linn. Soc. of London. Ser. II. Zoology. Vol. IV. Part 1, 2, 3. London 1886—87—88.
9. Th. Ekman, *Cistella cistellula* (S. Wood) en för Sverige ny Brachiopod. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1894. No. 9.
10. Ph. François, Observations biologiques sur les *Lingules*. Arch. Zool. exp. et gén. 2 sér. T. IX. 1891.
11. H. Friele, Development of the skeleton in the genus *Waldheimia*. Arch. Mathem. og Naturw. Christiania 1877.
12. P. Gratiolet, Recherches pour servir à l'histoire des Brachiopodes. 1. Monographie. Études anat. sur la *Térébratule australe*. Journ. de Conchyl. T. VI. (2 sér. T. II.) 1857.
2. Monographie, Études anat. sur la *Lingule anatine*. Journ. de Conchyl. T. VIII. 1860.
13. A. Hancock, On the organization of the Brachiopoda. Philosophical Transact. Roy. Soc. London 1858. Vol. CXLVIII. p. 791.
14. L. Joubin, Note sur l'anatomie des Brachiopodes articulés. Bulletin de la Société zoologique de France. Vol. XII. 1887. p. 119.
15. Ders., Recherches sur l'anatomie de *Waldheimia venosa* (Sol.). Mémoires de la Société zoologique de France. T. V. Part 4. 1892. p. 554.
16. A. Kowalevsky, Zur Entwicklungsgeschichte der Brachiopoden. (Russisch geschrieben.) Ref. in: Schwalbe's Jahresbericht. Bd. II. 1873. p. 336 und in: Arch. Zool. exp. et gén. Sér. 2. Tom. I. 1883. p. 57.
17. C. F. W. Krukenberg, Über das Vorkommen des Chitins. Zool. Anz. 1885. p. 413. (Ist mir nicht zugänglich gewesen.)
18. E. S. Morse, On the early stages of *Terebratulina septentrionalis* (Couthouy). Mem. Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. II. 1871. p. 29.
19. E. S. Morse, On the Embryology of *Terebratulina*. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. II. 1873. p. 249.
20. F. Müller, Beschreibung einer Brachiopodenlarve. Archiv für Anatomie (J. Müller). 1860. p. 72.
21. Ders., Die Brachiopodenlarve von Santa Catharina. Zweiter Beitrag. Arch. f. Naturgesch. 27. Jahrg. Bd. I. 1861.
22. D. P. Oehlert, Brachiopodes. Appendice de Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie par P. Fischer. Livr. XI. Paris 1887.
23. Ders., La position systématique des Brachiopodes d'après les travaux de Morse. Journ. de Conchyl. T. XXVIII. 1880. p. 109.

24. R. Owen, On the anatomy of the Brachiopoda of Cuvier and more especially of the genera *Terebratula* and *Orbicula*. Trans. Zool. Soc. London. Vol. I. London 1835. p. 145 und: Ann. d. Sciences Nat. Sér. 2. Zoologie. T. III. 1835.
25. O. Schmiedeberg, Über die chemische Zusammensetzung der Wohnröhren von *Omoplis tubicola* Müll. Mittheil. Zool. Stat. zu Neapel. Bd. III. 1882. p. 373.
26. M. A. Schulgin, *Argiope Kowalevskii*. (Ein Beitrag zur Kenntnis der Brachiopoden.) Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885. p. 116.
27. A. E. Shipley, On the Structure and development of *Argiope*. Mittheil. Zool. Stat. zu Neapel. Bd. IV. 1883. p. 494.
28. T. Tullberg, Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. XIX. No. 3. 1882.
29. C. Vogt, Anatomie der *Lingula anatina*. Neue Denkschriften der Allgem. Schweiz. Gesellschaft ges. Naturwissenschaft. Bd. VII. 1845. Neuchâtel.
30. C. D. Walcott, A fossil *Lingula* preserving the cast of the peduncle. Proceed. of Unit. States Nat. Mus. Vol. XI. 1888. p. 480.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind theils mit, theils ohne Hilfe der Abbe'schen Camera gezeichnet. Im ersteren Falle sind meistens nur die wichtigeren Umrisse unter Benutzung derselben entworfen; die Details sind solchenfalls gewöhnlich bei stärkerer Vergrößerung ausgeführt. Bei Anwendung der Camera hat außerdem zur Moderirung der Größe der Figuren das Zeichenpapier bei einem Theile der Zeichnungen sich in gleicher Höhe mit dem Mikroskoptisch, bei einem Theile oberhalb desselben und bei einem anderen unmittelbar auf dem Arbeitstisch befunden. Diese verschiedenen Methoden sind gewöhnlich nur dann angegeben, wenn es für die Auffassung der Größe der Figuren von Wichtigkeit sein kann. Das benutzte Nachet'sche Mikroskop ist von der älteren Konstruktion, wo das Objektiv 1 dem Objektiv 3 der neueren etc. entspricht.

Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen:

äucut, äußere Schicht einer Cuticula;
bl, Stielbulbus;
bb, Bindegewebsbalken im Stielbulbus;
bg, Bindegewebe;
bgz, Bindegewebszelle;
blh, Bläschenhäufchen;
blhs, homogene Substanz, in Bildung begriffene Bläschenhäufchen umschließend;
blz, Zelle im Übergange von Bindegewebszelle zum Bläschen eines Bläschenhäufchens;
cbg, centrales Bindegewebe;
cut, Cuticula;
d, Dorsalseite;
end, Endothel;
ep, Epithel;
epz, Epithelzelle;
epkr, »gelbe Körner« in den Epithelzellen;
fbc, fibrilläre Chitinsubstanz;
fd, Haftfädchen oder Haftpapillen;
gkr, »gelbe Körner« in der Cuticula;
hch, homogene Chitinsubstanz;
hck, die Hackenbildung an der ventralen Schale;

k, Zellkern;
kch, die kuchenähnliche oberflächliche Substanz am Basaltheil der Haftfädchen;
klcut, die plastische »klebrige« Cuticula der Stielspitze;
kph, Körperhöhle;
kps, Kapsel;
kpsbd, Kapselband;
kpsh, Kapselhöhle;
kpsw, Kapselwand;
kpw, Körperwand;
m.a.d, Musculus adjuvator dorsalis;
m.a.v, Musculus adjuvator ventralis;
m.dv, Musculus divaricator;
m.dv.ac, Musculus divaricator accessorius;
m.ocl, Musculus occlusor;
pbg, peripheres Bindegewebe;
rg, Kapselring;
sch, Schale;
schp, Schalen- oder Mantelpapille;
shn, Sehne;
st, Stiel;
v, Ventralseite;
z, Zelle;
zk, Zellkanal;
zkr, »gelbe Körner« in den Bindegewebszellen;
zmb, Zellmembran;
zwr, Zwischenraum zwischen den Wänden an einander grenzender Bindegewebszellen;
zwsb, Zwischensubstanz eines Bindegewebes;
zz, Bindegewebszellenreihe.

In der Figurenerklärung kommen außer den übrigen, leicht verständlichen Abkürzungen noch folgende vor:

C. = die Kontourzeichnung;
Cam. = Abbe'sche Camera;
D. = die Detailausführung;
Hom. Imm. = homogene Immersion;
Z. a. d. T. = Zeichenpapier bei Benutzung der Camera auf dem Arbeitstisch befestigt;
Z. in gl. H. = Zeichenpapier in gleicher Höhe mit dem Mikroskoptisch befestigt;
Z. aufgh. = Zeichenpapier hoch über dem Mikroskoptisch befestigt.

Die Bruchzahlen bezeichnen Ocular und Objektiv, so z. B. 1/5 = Ocular 1 und Objektiv 5.

Tafel VI.

Terebratulina caput serpentis (L.).

Fig. 1. Längsschnitt durch den Stielapparat; nicht ganz median, der Lage nach in der Mitte zwischen Fig. 3 und 4. Die Figur von zwei Präparaten zusammengesetzt und schematisirt, in so fern der Stiel im Verhältnis zur Kapsel zu kurz ist, was zur Folge hat, dass der Stiel völlig eingezogen scheint, obgleich die Muskeln nur wenig kontrahirt sind. Die Haftfädchen sind nicht vollständig gezeichnet. Zwei in Anlegung begriffene Fädchen sind eines an jeder Seite der Stielspitze unter den anderen sichtbar.

a, basaler Rand des Hackens;
b, Grenzlinie des Hackens gegen die äußere Schicht der Schale;
c, diejenige Stelle am Übergange des Stieles zur Kapsel, wo das Endothel in die Bindegewebszellen des Stieles übergeht;
cfd, centrales Haftfädchen;
e, die keilförmige Fortsetzung des Hackens;
g, entspricht *g* in Fig. 12;
x, die nach innen gekehrten Verdickungen der Stielspitze.

Fig. 2—4. Längsschnitte durch den Stielapparat, die Lage der Muskeln zeigend. Fig. 4 fast median und Fig. 2 zu äußerst, Fig. 3 in der Mitte zwischen ihnen. Ungefähr $2^1/_2$mal vergrößert. Die Sehnen der Muskeln sind dunkler schattirt als das übrige Bindegewebe.

Fig. 5—9. Verschiedene Stiele, etwas vergrößert. Fig. 5 und 8 von der Seite, Fig. 6 von unten, Fig. 7 von oben; Fig. 9 eine Stielspitze mit ungewöhnlicher Fädchenbildung von zwei verschiedenen Seiten. Auch Fig. 5 hat eine ungewöhnliche Fädchenbildung. Fig. 6 ist am Steingrund befestigt gewesen, Fig. 8 an einer Serpulidenröhre, die mittels Säure weggelöst worden ist.

Fig. 10. Längsschnitt durch ein — einschließlich des Stieles — 1 mm langes Exemplar. Von den am ganzen Stiele entwickelten zwei Fädchen erscheint das eine zum Theil ganz, von dem anderen sieht man nur Reste. Der Stielbulbus wegen der Einziehung des Stieles nach hinten gebogen. *mg*, Magen; *arm*, Reste von durchschnittenen Armen. Perényi'sche Lösung. Paraffineinbettung. *C.* Cam. Hartnack 2/4; *D.* Nachet 2/3.

Fig. 11. Längsschnitt durch den Stiel, eine abnorme Ausbildung des Musc. adj. ventralis zeigend. $x = x$ in Fig. 1. Hämatoxylin. Nachet 1/0.

Fig. 12. Querschnitt durch die Bulbusregion, die ringförmige Verbreitung des Bulbusbindegewebes zeigend. *f*, Rest von der in den Stiel übergehenden Kapselwand; *g* entspricht *g* in Fig. 1; *bgbl*, Bulbusbindegewebe. *C.* Cam. Nachet 1/0; *D.* Nachet 1/1.

Fig. 13. Längsschnitt durch den basalen Theil eines 1 mm dicken Stieles ziemlich nahe bei dem einen Rande in der Nähe des Ausgangspunktes des Musculus adjuvator dorsalis, die Faltung des Bulbus zeigend. Nachet 1/1.

Fig. 14. Querschnitt durch die Bulbusregion. *c* und *g* entsprechen *c* und *g* in Fig. 1. Der Schnitt ist etwas schräg und so hoch geführt, dass der Spalt bei *c* als zwei halbmondförmige, quer durchschnittene Taschen erscheint. Etwas schematisirt. Nur die mit *c* und *g* bezeichneten Theile genau ausgeführt. Nachet 1/0.

Fig. 15. Längsschnitt durch einen $^1/_3$ mm langen Stiel (ausschließlich der Fädchen). Das ganze Thier war $1^1/_2$ mm lang. Die Fädchen, in denen sich entwickelte Bläschenhäufchen finden, sind in die Mantelwand einer Ascidie eingedrungen. An der Cuticula des Stielendes ist noch keine Verdickung nach innen entstanden. Bei *h* sieht man die dorsale Kapselwand in die äußere Schicht der Dorsalschale übergehen.

Fig. 16. Längsschnitt durch ein ausschließlich des Stieles, der 0,5 mm lang ist, 1 mm langes Individuum. Ende des Stieles etwas unvollständig. *mg* und *arm* = *mg* und *arm* in Fig. 10. Paraffineinbettung. *C.* Cam. Nachet 2/1; *D.* Nachet 2/2.

Fig. 17. Bindegewebe eines ziemlich jungen Fädchens. Zellgrenzen nicht sichtbar. Flemming'sche Lösung. Hartnack 2/Hom. Imm.

Fig. 18. Bindegewebe eines jungen Fädchens. Flemming'sche Lösung. Mit Essigsäure macerirt, wodurch nach Druck auf das Deckgläschen die zu jeder Zellenreihe gehörende Zwischensubstanz von der übrigen abgetrennt worden ist. *C.* Cam. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 19. Längsschnitt durch den Stiel, den Übergangspunkt (den Dorsalspalt) zwischen Endothel und Stielbindegewebe zeigend. *endz*, Endothelzelle. *c* vgl. *c* in Fig. 1 und 14. In Alaunkarmin fixirt. *C.* Cam. Z. in gl. H. Nachet 2/5; *D.* Nachet 2/7.

Fig. 20. Bindegewebe etwas unter einer jungen Fädchenanlage; unge-

wöhnlich stark aufgelöste Zwischensubstanz und zahlreiche Zellen. *C.* Cam. Nachet 2/5; *D.* Nachet 2/7.

Fig. 21—22. Endothelzellen von der Sehne des Musc. div.; Fig. 21 von der Oberfläche gesehen. Fig. 22 vom Rande gesehen. *C.* Cam. Nachet 2/7.

Fig. 23. Fädchenende im Wachsthum begriffen. Längsschnitt, nicht ganz median. Osmiumsäure, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 24. Dasselbe Fädchenende. Medianer Längsschnitt. Bei * ist die Epithelschicht unterbrochen. *C.* Cam. Z. in gl. H. Nachet 2/2; *D.* Nachet 1/7.

Fig. 25. Längsschnitt durch ein Stielende; ein sehr frühes Stadium einer Fädchenanlage ist getroffen. An der Außenseite des Epithels bei † ist durch Schattirung angedeutet, dass das Stielchitin durch Boraxkarmin gefärbt ist, der in diesem Falle auf dieselbe Weise wie Eosin färbt. Dies zeigt, dass die zerfressende Substanz einzudringen anfängt. Alkohol, Celloidin, Boraxkarmin. *C.* Cam. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/3.

Fig. 26. Epithelzellen von der ersten Anlage eines Fädchens. In der Spitze der Zellen sind die »gelben Körner« dicht angehäuft. Flemming'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. Nachet 2/7.

Fig. 27. Längsschnitt durch eine Fädchenanlage. Das Bindegewebe weggefallen. An der Basis hat homogenes Chitin angefangen sich unter der Kuchenschicht abzusetzen. Die Zellen der Fädchenspitze enthalten zahlreiche Kerne — oder eingewanderte Bindegewebszellen? — und eine Menge »gelber Körner«, von denen einige ungemein groß sind. Die Lagerung der Cuticula ist in den jüngsten Theilen schärfer markirt. Flemming'sche Lösung, Paraffineinbettung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 27*a*. Die den Spitzenepithelzellen der Fädchenanlage am nächsten liegende Chitinschicht desselben Präparates von innen gesehen. Abdruck der Zellenenden, die dicht an einander stoßen. Cam. Z. a. d. T. Nachet 2/7.

Fig. 28. Längsschnitt durch ein im Wachsthum begriffenes Fädchenende, annähernd median. Durch die Behandlung ist das Ende eingebuchtet und die Wände unterhalb desselben sind zusammengedrückt worden. Die Bindegewebszellen stehen mit den Epithelzellen des Endes in Verbindung. *z''*, Bindegewebszelle? Absoluter Alkohol, Paraffineinbettung, Hämatoxylin. *C.* Cam. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 29. Längsschnitt durch ein im Wachsthum begriffenes Fädchenende. Dicker Schnitt. Nur etwas mehr als die Hälfte des Präparates ist gezeichnet und das Ende des Fädchens ist in der Figur nach links gerichtet. Die Zellenreihen des Bindegewebes hängen mit dem Centrum der Epithelzellen des Fädchenendes zusammen. Flemming'sche Lösung. *C.* Cam. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 30. Längsschnitt durch ein im Wachsthum begriffenes Fädchenende. Bei dem Schneiden sind die der Spitze zunächst liegenden Partien etwas zusammengepresst worden. An der Spitze selbst ist die Cuticula kaum angedeutet und das innerhalb derselben liegende Epithel hat sich in feine Körnchen aufgelöst. Flemming'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 31. Längsschnitte durch eine Fädchenanlage, die eben aus dem Stiele hervorgebrochen ist. Innerhalb der äußeren Schicht haben die Epithelzellen eine andere Chitinsubstanz, *y*, abgesondert. Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. Nachet 2/2; *D.* Nachet 2/5.

Fig. 32. Centrales Bindegewebe ungefähr von der Mitte des Stieles. *blh'*,

ein abnormes Bläschenhäufchen. *zz''*, Zellenreihe mit konvex-konkaven Zellen. FLEMMING'sche Lösung. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2/7.

Fig. 33. Centrales Bindegewebe aus dem Stielbulbus. Der linke Zellast liegt zum Theil unter dem rechten. Mehrere Kerne in verschiedenen Theilungsstadien. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. HARTNACK 2/Hom. Imm. *D.* HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 34. Peripheres Bindegewebe. *, zwei konkav-konvexe Zellen. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2/Hom. Imm. *D.* HARTNACK 2—3—4/Hom. Imm.

Tafel VII.

Terebratulina caput serpentis (L.).

Fig. 35. Peripheres Bindegewebe von der Mitte der Region. FLEMMING'sche Lösung. Cam. HARTNACK 2/7.

Fig. 36. Zellen vom centralen Bindegewebe. Absoluter Alkohol, Hämatoxylin. Cam. HARTNACK 2—3—4/Hom. Imm.

Fig. 37. Zellen vom centralen Bindegewebe unweit des Bulbus. Die Zellen sind mit einer Substanz, *sb*, umgeben, welche der die jungen Bläschenhäufchen umgebenden ähnelt. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin. Cam. HARTNACK 2—4/Hom. Imm.

Fig. 38. Zellen vom centralen Bindegewebe. *sb* siehe Fig. 37. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin. Cam. HARTNACK 2—4/Hom. Imm.

Fig. 39. Zellenscheibe vom centralen Bindegewebe — Längsschnitt durch den Stiel — aus dem Stielbulbus. *t*, Zellen in Theilungsstadien. FLEMMING'sche Lösung. Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/3.

Fig. 40—41. Zellen vom centralen Bindegewebe. Fig. 40 nahe am Bulbus. Keine Zellmembranen sind zu sehen, sondern die Zellen anastomosiren unmittelbar mit einander. Fig. 41 höher im Stiel hinauf. Pikrinsalpetersäure, Hämatoxylin. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 42. In Theilung begriffene Zellen vom centralen Bindegewebe. In Alaunkarmin fixirt; Hämatoxylin. Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/5.

Fig. 43. Zellen aus dem Bulbusbindegewebe, von der Oberfläche gesehen. *bb'* ist ein Bindegewebsbalken, der von Zellen überlagert wird; *z'* zwischen zwei Balken liegende Zelle, vom Rande gesehen. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin. *C.* Cam. Z. in gl. H. *D.* HARTNACK 2/Hom. Imm.

Fig. 44. Der Bulbus im Längsschnitt durch einen kaum $^1/_2$ mm dicken Stiel, FLEMMING'sche Lösung. Cam. NACHET 2/2.

Fig. 45. Bulbusbindegewebe. Längsschnitt durch den Stiel. FLEMMING'sche Lösung. *C.* Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2/7; *D.* HARTNACK 3/7.

Fig. 46. Ventraler Rand eines erwachsenen Stielbulbus im Längsschnitte. NACHET 1/2.

Fig. 47. Bindegewebszellen vom Bulbus ohne Spuren von Grenzen zwischen den Zellen. FLEMMING'sche Lösung. Hämatoxylin. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2,3/Hom. Imm.

Fig. 48. Bulbusbindegewebe am Übergange zur centralen Region. Bindegewebsbalken noch vorhanden. Zellen mehr denen der centralen Region ähnlich. FLEMMING'sche Lösung. Hämatoxylin. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 49. Zellenreihe am Übergange vom Bulbus zur peripheren Region des Stieles. *z'*, ausgeprägte Bulbusbindegewebszelle vom Rande gesehen; *z''*,

ausgeprägte periphere Bindegewebszelle. FLEMMING'sche Lösung. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/2; *D.* NACHET 2/5.

Fig. 50. Ein Bläschenhäufchen ungewöhnlicher Art aus dem basal-centralen Bindegewebe. Die Bläschen sind nicht deutlich von einander abgegrenzt, und es scheint, als wäre das Ganze noch immer im Wachsthum begriffen. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. HARTNACK 2/Hom. Imm. Längsschnitt durch einen Stiel.

Fig. 51. Halbgeleerte Bläschenhäufchen nahe am Epithel. Etwas schematisirt. *u*, geleerte Bläschen; *u'*, leere Zellengänge. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/5.

Fig. 52. Altes Fädchenbindegewebe mit noch deutlichen typischen Bläschenhäufchen. Optischer Längsschnitt. FLEMMING'sche Lösung. Hämatoxylin, Eosin. Cam. NACHET 2/1.

Fig. 53. Bläschenhäufchen in einem frühen Entwicklungsstadium mit dicht an einander liegenden Zellen. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 54. In einem frühen Entwicklungsstadium begriffenes Bläschenhäufchen, dessen Zellen ein Netzwerk bilden. FLEMMING'sche Lösung. Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 55[1]. Bläschenhäufchen in einem etwas älteren Stadium. Die Zellen sind theilweise umgewandelt. Sie sind auf Präparaten nicht von Eosin gefärbt. FLEMMING'sche Lösung. Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 56[1]. Fast fertiges Bläschenhäufchen. An der Basis ist ein Übergang zu deutlichen Bindegewebszellen sichtbar. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 57[1]. Altes Bläschenhäufchen. Durch die Einwirkung des Fixirungsmittels haben sich die Bläschen abgerundet und verkleinert, so dass sie fast frei von einander liegen. MÜLLER'sche Lösung, Eosin. Cam. NACHET 2/5 u. 7.

Fig. 58[1]. Völlig ausgebildetes Bläschenhäufchen, das mit einem Zellenkanälchen in offener Verbindung steht. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/5 u. 7.

Fig. 59. Bläschenhäufchen aus dem peripheren Bindegewebe. Eine Zellenreihe mündet gegen das Bläschenhäufchen. FLEMMING'sche Lösung, Gentianaviolett. *C.* Cam. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 60. Eine unregelmäßige Bildung eines Bläschenhäufchens. FLEMMING'sche Lösung. Cam. NACHET 2/5 u. 7.

Fig. 61. Fädchenbindegewebe, alt, mit dicht angehäuften Bläschenhäufchen fast erfüllt. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. NACHET 2/3. *D.* NACHET 1/5.

Fig. 62. Bläschenhäufchen, zum größeren Theil innerhalb des Stielepithels liegend. FLEMMING'sche Lösung. NACHET 2/7.

Fig. 63. Längsschnitt durch die eine Seite des Basaltheiles eines ziemlich jungen Fädchens. Unter dem Epithel, das theilweise zweischichtig ist, an mehreren Stellen leere Zellengänge sichtbar. *u*, geleerte Bläschen; *ep'*, geschichtetes Epithel. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. a. d. T. NACHET 2/2; *D.* NACHET 2/5.

Fig. 64. Längsschnitt durch die Cuticula und das Epithel eines noch

[1] In Fig. 55—58 stammen die Bläschenhäufchen aus dem centralen Bindegewebe.

wachsenden Fädchens ziemlich weit vom Ende. Epithelzellen groß mit sehr deutlichen Kernen. FLEMMING'sche Lösung. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/3; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 65. Ähnliches Präparat noch weiter vom Ende. Die äußere Schicht an dieser Stelle mit fremden Körpern stark imprägnirt. Epithelzellen kürzer. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/3; *D.* NACHET 1/7.

Fig. 66. Fädchenepithelzellen aus demselben Theil wie Fig. 65, von innen gesehen. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/3; *D.* NACHET 1/7.

Fig. 67. Längsschnitt nahe dem Ende durch die Cuticula und das Epithel eines in starkem Wachsthum begriffenen Fädchens. Hämatoxylin. NACHET 2/5.

Fig. 68. Längsschnitt durch den Stiel eines jungen Individuums unweit des Bulbus, das Epithel und einen Theil des Bindegewebes zeigend. *j*, junge Epithelzellen. Osmiumsäure, Gentianaviolett, Hämatoxylin. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/5; *D.* NACHET 2/7.

Fig. 69. Längsschnitt durch das einwärts gekehrte Ende einer Verdickung der Cuticula des Stielendes. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. HARTNACK 2/Hom. Imm.

Fig. 70. Ein gleiches Präparat. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2/Hom. Imm.

Fig. 71. Epithelzellen eines Querschnittes durch den Stiel. In den Enden der Epithelzellen sieht man einen Theil kleiner »gelber Körner« angehäuft, weiter unten einige größere. Osmiumsäure. *C.* Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2/Hom. Imm.; *D.* HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 72. Epithelzellen des Stieles. FLEMMING'sche Lösung. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 73. Epithelzelle des Stieles. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. a. d. T. HARTNACK 2/Hom. Imm.; *D.* HARTNACK 3—4/Hom. Imm.

Fig. 74. Epithelzellen des Stieles. In der Peripherie der Zellen ist die fibrilläre Substanz sichtbar, eine mit Körnern erfüllte homogene Substanz umgebend. FLEMMING'sche Lösung. Cam. Z. in gl. H. HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 75. Epithelzellen des Stieles, von ihren Basen gesehen, ungefähr an der Mitte des Stieles. *j*, junge Zellen. FLEMMING'sche Lösung. *C.* Cam. Z. a. d. T. HARTNACK 2/Hom. Imm.; *D.* HARTNACK 3—4/Hom. Imm.

Fig. 76. Ein ähnliches Präparat. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin. Cam. HARTNACK 2—3—4/Hom. Imm.

Fig. 77. Längsschnitt durch die Cuticula nahe dem Stielende. Mit Ausnahme der Fibrillensubstanz und der äußeren Schicht bezeichnet alles dunkel Schattirte, dass die betreffenden Partien sowohl Eosin als Hämatoxylin in sich aufgenommen haben. Die inneren Schichten treten am deutlichsten hervor. Chromessigsäure, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. a. d. T. NACHET 2/0; *D.* NACHET 2/1.

Fig. 78. Äußerster Theil der Stielcuticula im Längsschnitt. Cam. NACHET 2/7. Etwas schematisirt.

Tafel VIII.

Terebratulina caput serpentis (L.) (Fig. 84 von *Lingula sp.*?).

Fig. 79. Querschnitt durch die Bulbusregion, eine abnorm starke Entwicklung der Cuticula der ventralen Seite zeigend. Die Details ein wenig schematisirt. *blbg*, Bulbusbindegewebe. Cam. NACHET 1/1.

Fig. 80. Querschnitt durch die Stielcuticula. Die »flammige« Chitinbildung in der Cuticula. Osmiumsäure. NACHET 2/5.

Fig. 81. Querschnitt durch das Epithel und die Cuticula ungefähr in der Mitte des Stieles, den Übergang der Epithelzellen in die Cuticula bei der Bildung letzterer zeigend. Ein wenig schematisirt. Safranin. NACHET 2/7.

Fig. 82. Wie voriger Schnitt, aber die Schichtung der Cuticula sichtbar. NACHET 2/7.

Fig. 83. Längsschnitt durch das nach innen gekehrte Ende einer Verdickung der Cuticula der Stielspitze, den Übergang der Epithelzellen in das Chitin zeigend. Pikrinsalpetersäure, Hämatoxylin. NACHET 1/3.

Fig. 84. Längsschnitt durch den Stiel von *Lingula sp.* Obs. *a* und *b* mit derselben Vergrößerung. *a*, näher der Spitze; *b*, näher der Basis des Stieles. Cam. NACHET 2/3.

Fig. 85. Längsschnitt durch die Cuticula nahe am Stielende. *fbc'*, tangential durchgeschnittene Basis eines Fädchens, nur die fibrilläre Substanz zeigend. Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. a. d. T. NACHET 2/0; *D.* NACHET 2/1.

Fig. 86. Eine »Chitinsphäre« mit Epithelbekleidung. Zunächst innerhalb dieser fibrilläres Chitin, dann homogenes und zu innerst unbestimmbares eosingefärbtes Chitin. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. Cam. NACHET 2 3.

Fig. 87. Eine »Chitinsphäre« desselben Präparates wie Fig. 86. Cam. NACHET 2/3. *escht*, eosingefärbtes Chitin; *epcht*, wahrscheinlich chitinisirtes Epithel.

Fig. 88. Eine »Chitinsphäre« von nur homogenem Chitin mit Ausnahme des dunklen, auf dem Präparate blau gefärbten Mittelkörpers, der wahrscheinlich aus nicht vollständig chitinisirten Zellen besteht. Etwas schräg gesehen. PERÉNYI-sche Lösung. Cam. NACHET 2/3.

Fig. 89. Querschnitt durch die Stielcuticula und das Epithel nahe am Bulbus. Boraxkarmin. NACHET 2/5.

Fig. 90. Querschnitt durch die Stielcuticula hoch am Stiel hinauf. *ep''* in der Cuticula eingeschlossene Epithelzellen mit erhaltener Färbungsfähigkeit (Hämatoxylin). Chromessigsäure, Hämatoxylin, Eosin. Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/2.

Fig. 91. Längsschnitt durch die Stielcuticula unweit des Bulbus. Die Cuticula verschmälert sich gegen die Basis des Stieles und ihre Lagerung ist aus der Lage der »gelben Körner« ersichtlich. Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/3.

Fig. 92. Längsschnitt durch die Wand eines Fädchens, der zeigt, wie das Fädchen nach einem Zerreißen gewachsen ist. *äucut'*, die äußere Schicht vor dem Zerreißen des Fädchens; *äucut''*, die neugebildete äußere Schicht. Cam. NACHET 2/2.

Fig. 93. Längsschnitt des Stieles durch ein frühes Stadium einer Fädchenanlage. Das Bindegewebe steht mit dem Epithel in offener Verbindung. PERÉNYI-sche Lösung, Paraffineinbettung. Cam. HARTNACK 2—3/Hom. Imm.

Fig. 94. Ein dreiästiges Fädchen. Die linke Spitze ist von ihrer Anheftungsstelle an einem Steine losgerissen worden. Cam. NACHET 2 0.

Fig. 95. Ein abgestorbenes Fädchenende mit hufförmiger Haftfläche, die mit einer theilweise fibrillären Chitinschicht ausgekleidet worden ist. Optischer Längsschnitt. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D*, NACHET 2/2.

Fig. 96. Ein ähnliches Fädchenende mit fußförmiger Haftfläche; die Spitzenschicht weggerissen. Optischer Längsschnitt. *C.* Cam. NACHET 2 1; *D.* NACHET 2/2.

Fig. 97. Längsschnitt durch ein Fädchenende mit soeben abgeschlossenem Wachsthum. Innerhalb des Endes setzt sich eine homogene etwas körnige Chitinsubstanz (*hmch'*) ab. Alkohol, Hämatoxylin. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/2; *D.* NACHET 2/3.

Fig. 98. Längsschnitt des Stieles durch ein frühes Stadium einer Fädchen-

anlage. Ein Zellengang mündet unten im Epithel und an seiner Mündung liegen einige Zellen (Bindegewebszellen?) *z''*. PERÉNYI'sche Lösung, Paraffineinbettung, Hämatoxylin. *C.* Cam. HARTNACK 2/Hom. Imm.; *D.* HARTNACK 3—4/Hom. Imm.

Fig. 99. Längsschnitt durch ein Fädchenende, das sein Längenwachsthum abgeschlossen hat. Hinter der äußeren Schicht des Endes wird von den noch recht großen Epithelzellen der Spitze eine etwas körnige, helle Chitinsubstanz (*hmch'*) abgesetzt. Alkohol, Hämatoxylin. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/2; *D.* NACHET 2/3.

Fig. 100. Längsschnitt durch ein Stielende, eine Fädchenbasis von der Oberfläche her zeigend. Die Kuchenschicht erstreckt sich nicht außerhalb des Stieles. An der Basis derselben sind Fädchenfibrillen zu sehen. Eosin. *C.* Cam. NACHET 2/2; *D.* NACHET 1/3.

Fig. 101. Fädchenende, das sein Längenwachsthum abgeschlossen hat, ohne gewöhnliche Dicke an den Wänden bekommen zu haben, und dessen Ende bis auf ein schmales Lumen zum großen Theil mit Chitin erfüllt worden ist. Cam. NACHET 2/1.

Fig. 102. Einige zusammengeklebte Fädchen. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/0; *D.* NACHET 1/1.

Fig. 103. Ein gegen die Spitze sich verschmälerndes Fädchen. *C.* Cam. Z. aufgh. NACHET 2/0; *D.* NACHET 1/1.

Fig. 104. Längsschnitt durch das Centrum des Endes eines jungen Stieles. Eine gerundete Bindegewebsanhäufung an der Basis des mittleren Fädchens. Die Fibrillensubstanzen der Fädchen stehen unter einander in einem eigenthümlichen und unregelmäßigen Zusammenhang. Die Kuchenschicht fehlt, aber dafür erstreckt sich das homogene Stielchitin ein Stück an den Fädchen hinauf. Osmiumsäure, Gentianaviolett. *C.* Cam. NACHET 2/2; *D.* NACHET 1/3.

Fig. 105. Längsschnitt durch ein Fädchenende. Das Fädchen ist offenbar abgerissen worden, hat dann etwas an Länge zugenommen und schließlich das Ende mit einer theilweise fibrillären Chitinmasse (*fbc'*) zugefüllt. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 2/2.

Fig. 106. Ende eines abgestorbenen Fädchens. Großes Lumen in der Spitze. Kontourzeichnung. Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/1.

Fig. 107. Fibrilläres Fädchenchitin, von der Innenfläche gesehen. NACHET 2/5.

Fig. 108. Längsschnitt durch ein Fädchenende, das in einer Brachiopodenschale befestigt gewesen ist. Der Kalk mittels Säure weggelöst. *C.* Cam. Z. a. d. T. NACHET 2/1; *D.* NACHET 2/3.

Tafel IX.

Waldheimia cranium (Müller).

Fig. 109. Längsschnitt durch den Stiel eines $^1/_2$ mm langen Exemplares. *frs*, der von Epithel und Bindegewebe freie Theil der ventralen Schale. Osmiumsäure. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 2/2.

Fig. 110. Längsschnitt durch den Stiel eines $^2/_3$ mm langen Exemplares. *frs* = *frs* in Fig. 109. Osmiumsäure. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 2/2.

Fig. 111. Längsschnitt durch den Stiel eines $1^1/_2$ mm langen Exemplares. Stiel stark eingezogen, wodurch der Bulbus stark nach hinten gedrückt worden ist. *frs* = *frs* in Fig. 109. *m.div*, Musculus divaricator. Osmiumsäure. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 2/2.

Fig. 112. Stiel von der Seite gesehen. Etwas vergrößert.

Fig. 113. Stiel mit Kapsel von unten gesehen. Die Kapsel ist in so fern unrichtig gezeichnet, weil sie überall gleich dick sein sollte. Etwas vergrößert.

Fig. 114. Längsschnitt durch den ventralen Theil der Kapsel mit den angrenzenden Geweben bei einem erwachsenen Thier. *frs* = *frs* in Fig. 109. Paraffineinbettung. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 1/0; *D.* NACHET 1/1.

Fig. 115. Längsschnitt durch den hintersten Theil der ventralen Partie der Kapsel. Erwachsenes Thier. Celloidineinbettung. NACHET 2/1.

Fig. 116. Derselbe Schnitt; Epithel aus der *α*-Region. NACHET 2/3.

Fig. 117. Längsschnitt durch denselben Theil eines $1^1/_2$ mm langen Thieres. NACHET 2/5.

Fig. 118. Längsschnitt durch den dorsalen Theil der Kapsel eines erwachsenen Thieres. NACHET 1/1.

Fig. 119. Längsschnitt durch den Rand eines Stielendes. Fibrilläres Chitin hat sich in der äußersten Haftpapille abgesetzt und auch in die nächste überzugehen angefangen. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 1/1; *D.* NACHET 2/1.

Fig. 120. Längsschnitt durch zwei Haftpapillen. PERÉNYI'sche Lösung. *C.* Cam. NACHET 2/2; *D.* NACHET 1/5.

Fig. 121. Längsschnitt durch den Rand des Stielendes eines nicht erwachsenen Thieres, das an einer *Waldheimia*-Schale befestigt war, wovon die organische Schalensubstanz sowie zwei Mantelpapillen mit ihren feinen Fortsätzen (*x*) übrig waren. Pikrinsalpetersäure, Paraffineinbettung. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/2; *D.* NACHET 1/5.

Fig. 122. Schnitt durch eine von fibrillärer Stielsubstanz umwachsene »Chitinsphäre«. FLEMMING'sche Lösung. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 1/2.

Fig. 123. Schnitt durch zwei »Chitinsphären«. *C.* Cam. NACHET 2/1; *D.* NACHET 1/2.

Fig. 124. Fibrilläres Stielchitin, von der Innenfläche her gesehen. NACHET 1/5.

Fig. 125. Längsschnitt durch den Stiel. *sp*, derjenige Punkt ungefähr, an welchem das fibrilläre Chitin angelegt wird, und wohin sich Bindegewebskanälchen und Bläschenhäufchen sammeln. Viele Bläschenhäufchen, namentlich distale, sind geleert. FLEMMING'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/1.

Fig. 126. Längsschnitt durch den Stiel innerhalb der fibrillären Cuticula. Pikrinsalpetersäure, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. Z. in gl. H. NACHET 2/3; *D.* NACHET 2/3.

Fig. 127. Längsschnitt durch das centrale Bindegewebe. Bläschenhäufchen liegen in weiten Kanälen. Die zwei markirten Linien, welche den linken Zellkanal abgrenzen, sind durch ein Versehen eingezeichnet worden. Pikrinsalpetersäure, Hämatoxylin, Eosin. *C.* Cam. HARTNACK 2/7; *D.* HARTNACK 3/7.

Fig. 128. Ein Bläschenhäufchen des centralen Bindegewebes. PERÉNYI'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/7.

Fig. 129. Centrales Bindegewebe. Längsschnitt durch den Stiel. PERÉNYI'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin. NACHET 2/7.

Fig. 130. Zellen des peripheren Bindegewebes nahe dem centralen. PERÉNYI'sche Lösung. NACHET 2/7.

Fig. 131. Bindegewebszellen aus der Gegend zunächst distal vom Bulbus. PERÉNYI'sche Lösung. NACHET 2/7.

Rhynchonella psittacea (Chemnitz).

Fig. 132. Übersichtsfigur. Fast medianer Längsschnitt durch den Stielapparat. Die Figur ist aus drei verschiedenen Präparaten zusammengesetzt. Erwachsenes Thier. *D.* NACHET 1/1. Etwa zehnfache Vergrößerung.

Fig. 133. Längsschnitt durch den Stielapparat, in einiger Entfernung von der Medianebene. Nicht erwachsenes Thier. Die Fortsätze der Körperhöhle stehen um die Haftsehne herum mit einander in Verbindung (vgl. Fig. 132). NACHET 1/1. Etwa achtfache Vergrößerung.

Cistella cistellula (S. Wood).

Fig. 134. Fast medianer Längsschnitt. *mg*, Magen; *cr*, Crista der Dorsalschale. *C.* Cam. NACHET 2/0; *D.* NACHET 2/1.

Fig. 135. Längsschnitt, ziemlich weit von der Mitte. *C.* Cam. NACHET 2/0; *D.* NACHET 2/1.

Fig. 136. Längsschnitt durch den Seitenrand der Kapsel. Zeigt die Lage des M. adj. dorsalis. *C.* Cam. NACHET 1/1; *D.* NACHET 2|1.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 169
Geschichtlicher Rückblick 174
Terebratulina caput serpentis (L.) 178
Allgemeine Organisation des Stielapparates 178
Das Endothel 185
Das Bindegewebe 186
Das centrale Bindegewebe 186
Das Bindegewebe der Kapsel 189
Das Bindegewebe der Haftfädchen 190
Das periphere Bindegewebe 191
Das Bindegewebe des Stielbulbus 192
Über das Wachsthum und die Nahrungsverhältnisse des Bindegewebes 193
Die traubenförmigen Bläschenhäufchen 196
Das Epithel 201
Das Epithel des Stieles (sensu stricto) 201
Das Epithel der Haftfädchen 204
Die Cuticula 205
Die Cuticula des Stieles (sensu stricto) 205
Die Cuticula der Haftfädchen 211
Reaktionen der Cuticula gegen Säuren und Alkalien 213
Über die Entwicklung der Haftfädchen 214
Waldheimia cranium (Müller) 221
Allgemeine Organisation des Stielapparates 221
Das Bindegewebe 224
Die traubenförmigen Bläschenhäufchen 225
Das Epithel 226
Die Cuticula 227
Rhynchonella psittacea (Chemnitz) 230
Cistella cistellula (S. Wood) 231
Vergleichende Darstellung des Stielapparates der verschiedenen Formen . 233
Zusammenfassung 236
Litteraturverzeichnis 237
Erklärung der Abbildungen 239

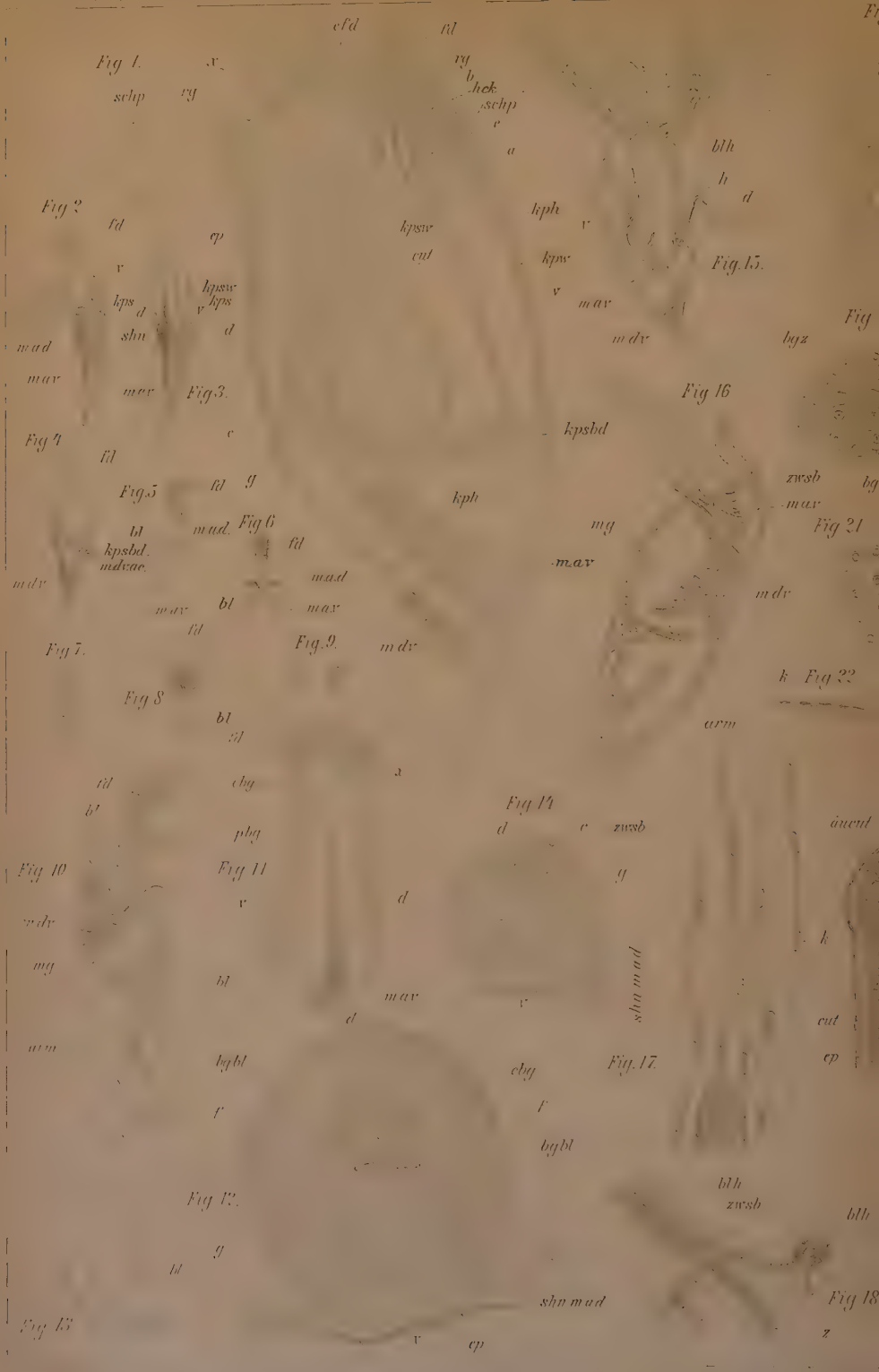
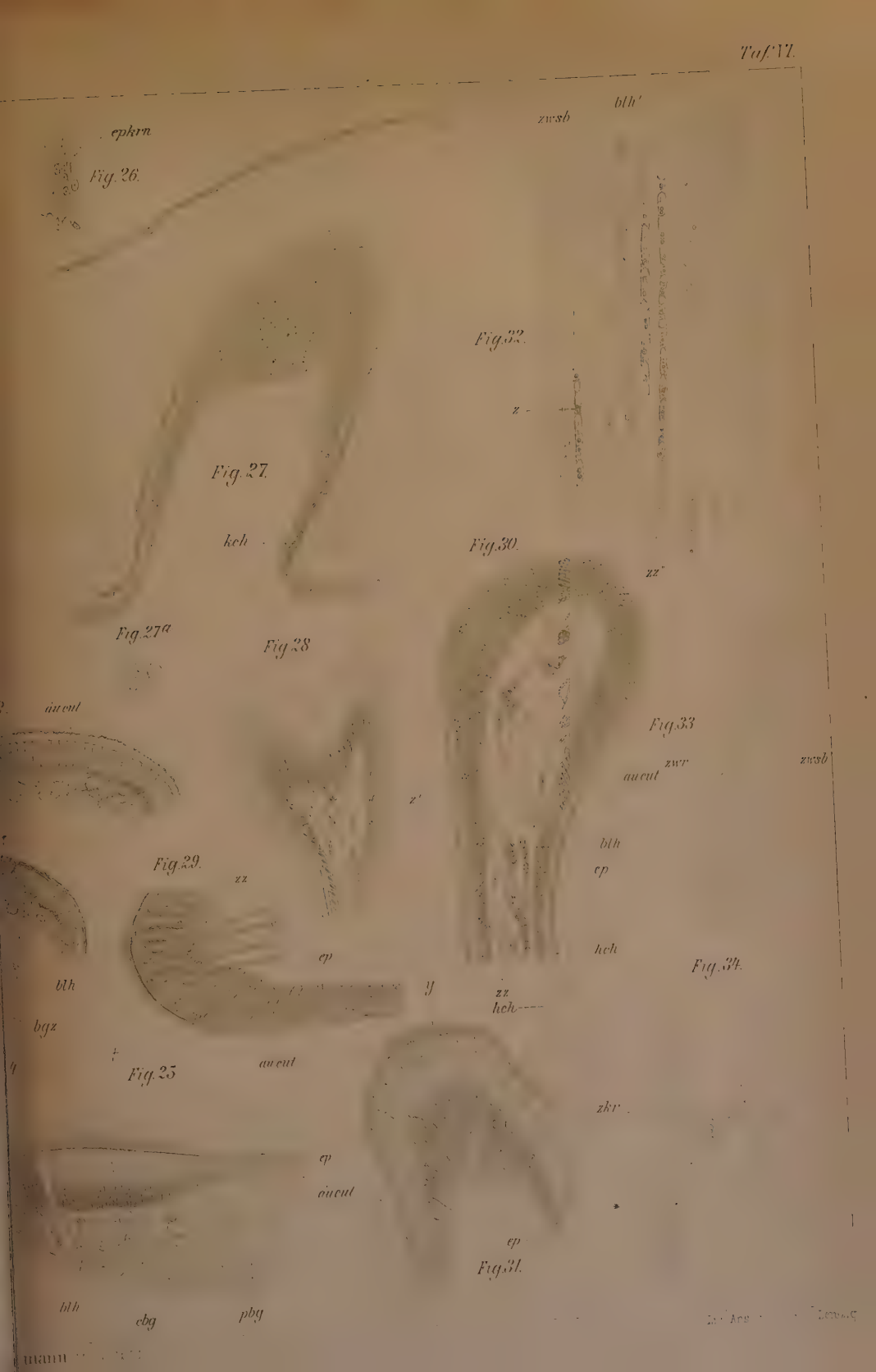


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15.
Fig. 16
Fig. 17.
Fig. 18
Fig. 21
Fig. 22
efd
fd
rg
b
hck
schp
e
a
blh
h
d
kph
v
kpsw
cut
kpw
mav
mdv
bgz
kps
shn
mad
kpsbd
zwsb
mg
bl
kpsbd.
mdv.ac.
arm
cbg
pbg
bgbl
f
shn mad
cut
ep
z


epkrn
Fig. 26.
zwsb
blh'
Fig. 32.
z
Fig. 27.
kch
Fig. 30.
zz'
Fig. 27a
Fig. 28
aucut
Fig. 33
zwr
zwsb
aucut
z'
blh
ep
Fig. 29.
zz
ep
kch
Fig. 34.
blh
y
zz
kch
bqz
Fig. 25
aucut
zkr
ep
aucut
ep
Fig. 31.
blh
ebg
pbg
mann

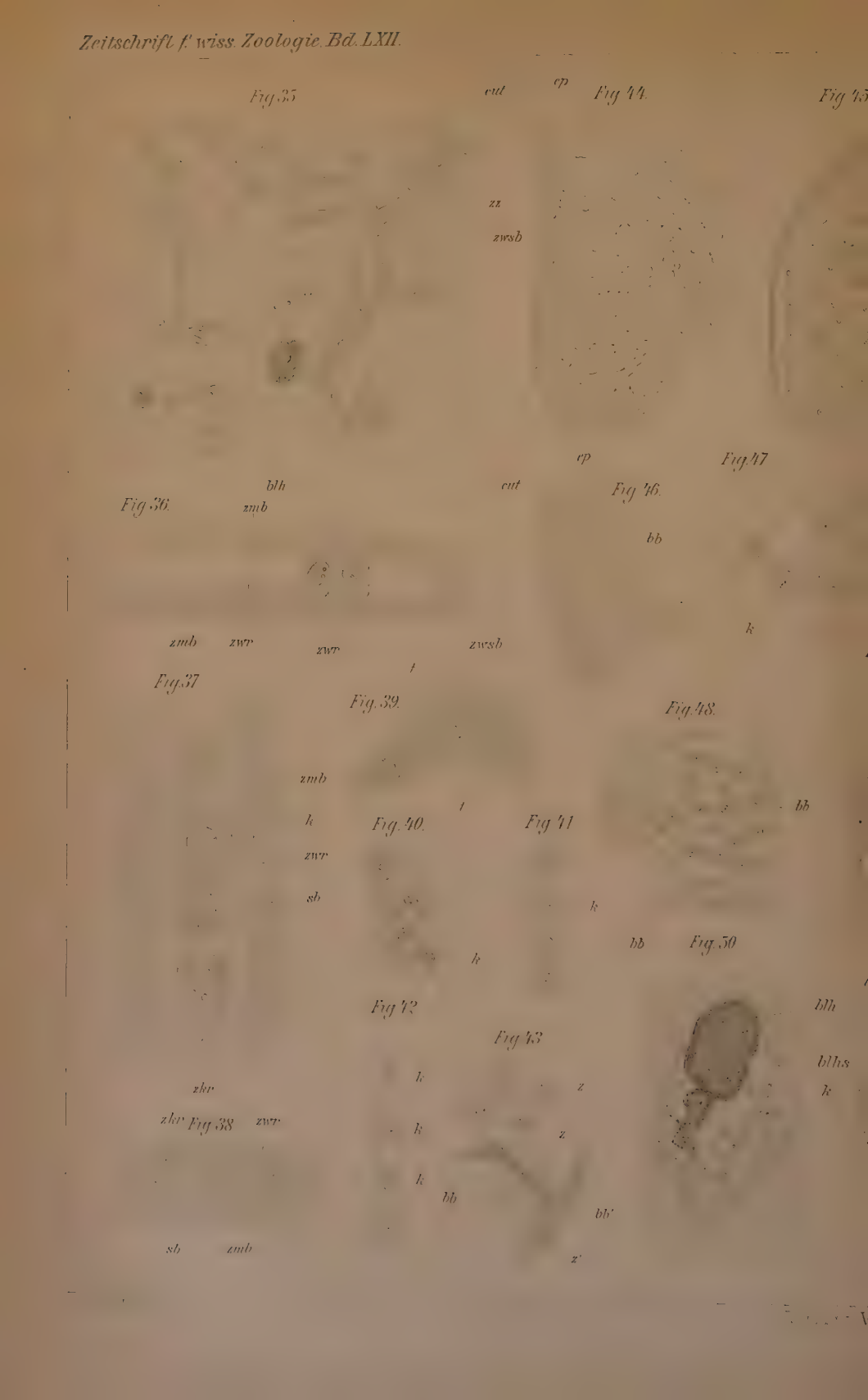
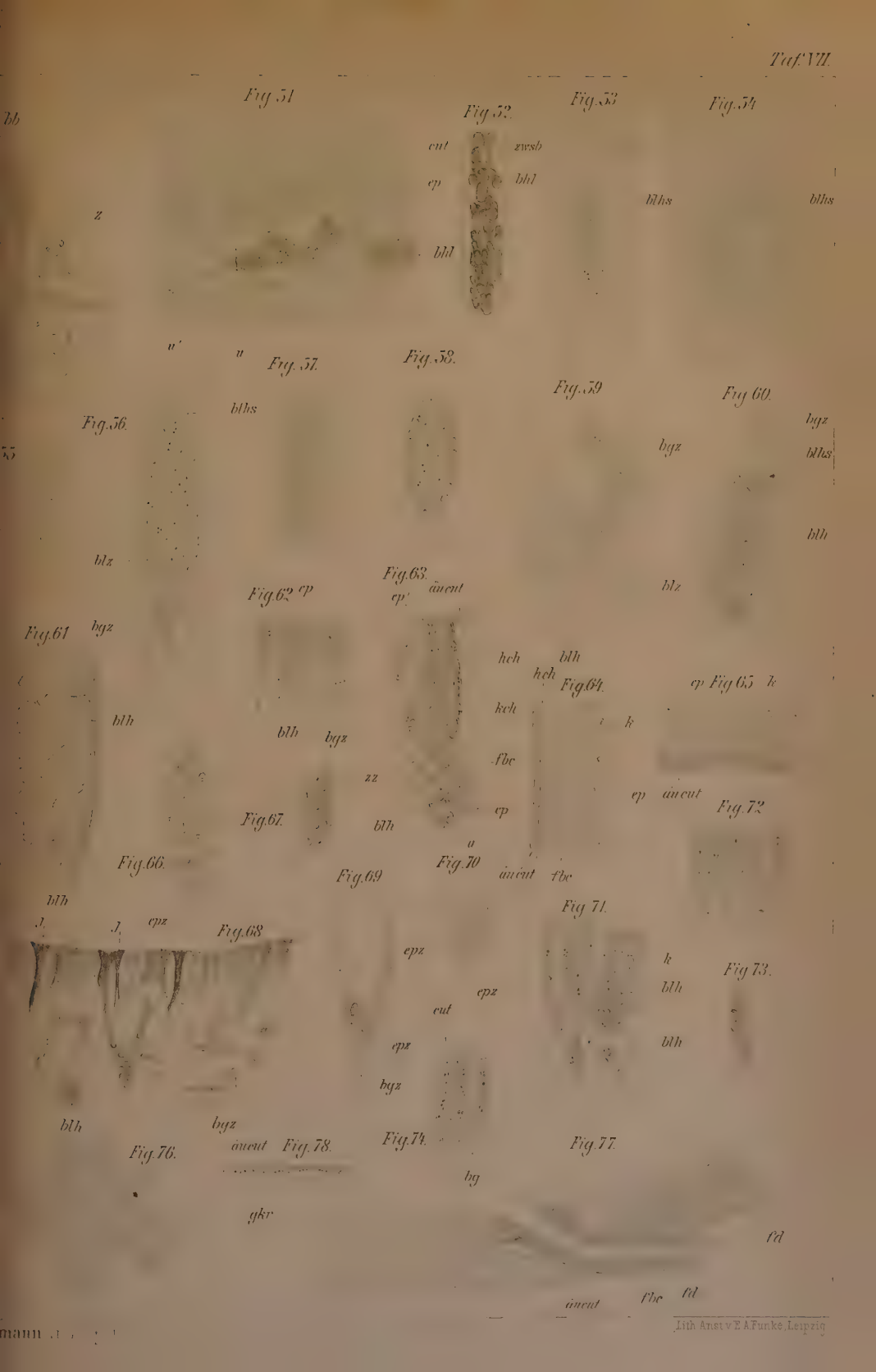
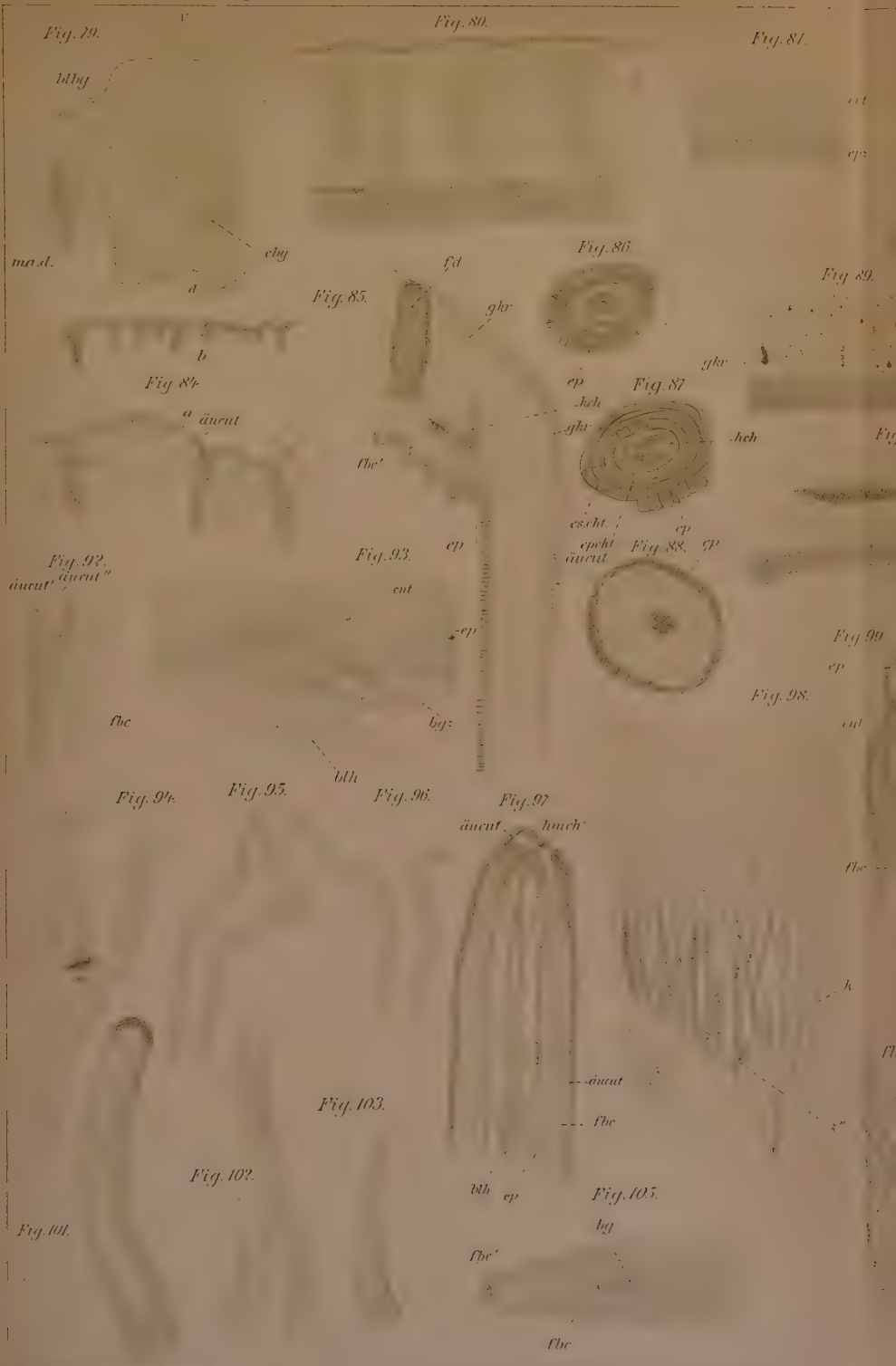


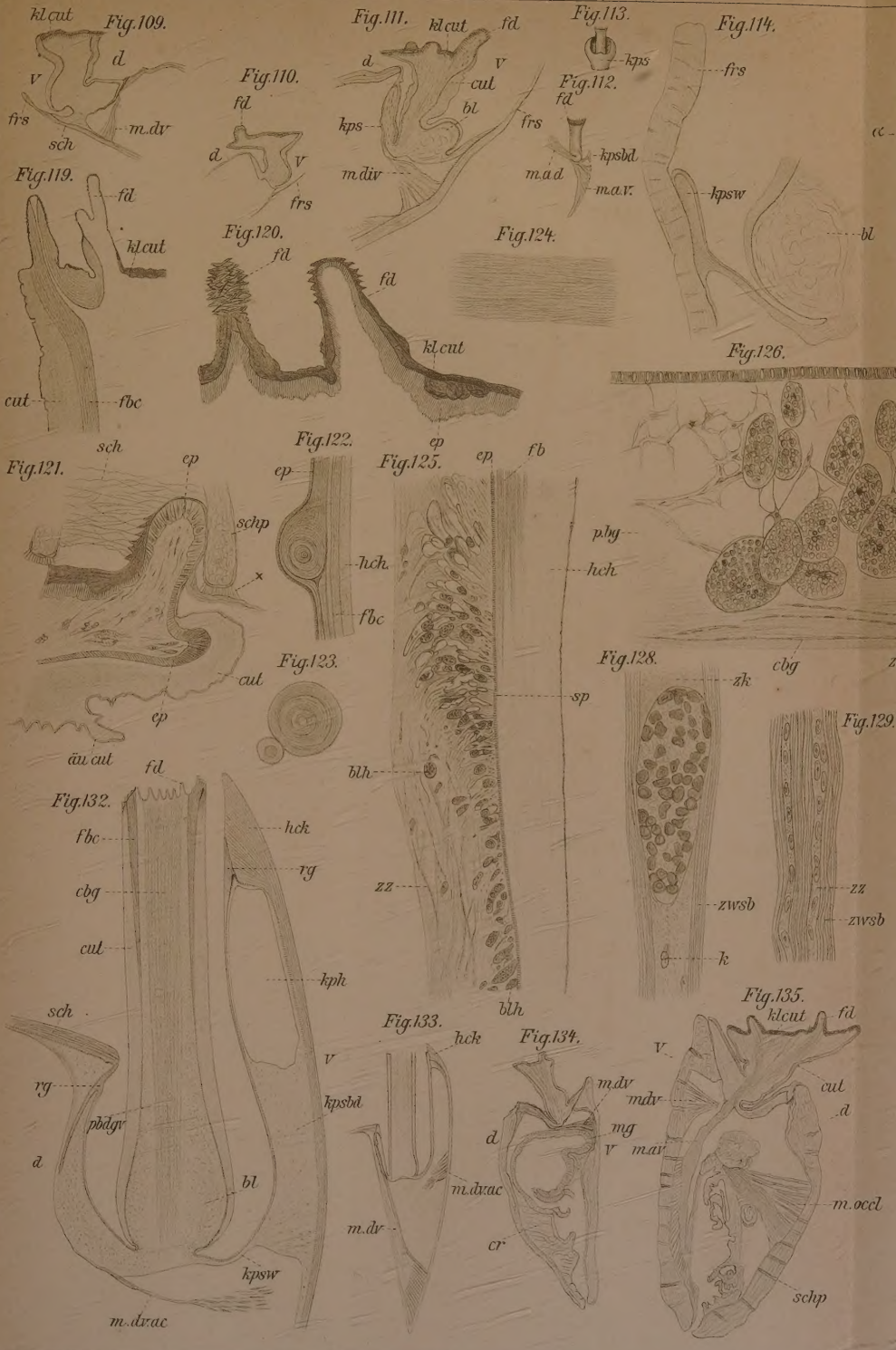
Fig. 35
cut
cp
Fig. 44.
Fig. 45
zz
zwsb
cp
Fig. 47
blh
Fig. 36.
zmb
cut
Fig. 46.
bb
k
zmb
zwr
zwr
zwsb
t
Fig. 37
Fig. 39.
Fig. 48.
zmb
t
bb
k
Fig. 40.
Fig. 41
zwr
sb
k
bb
Fig. 50
k
Fig. 42
blh
Fig. 43
blhs
k
zkr
k
z
zkr
Fig. 38
zwr
k
z
k
bb
bb'
sb
zmb
z'



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



Wilhelm Engelmann



Th. Ekman gez.

Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig.